

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інженерно-фізичний факультет

Ливарне виробництво чорних і кольорових металів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис) М.М. Ямшинський

“ ____ ” червня 2019 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.050402 - Ливарне виробництво

на тему: «Технологічний процес виробництва виливка «Корпус гранулятора»
та організація роботи формувального відділення ливарного цеху»

Виконав : студент 4 курсу, групи ФЛ-51

Згоранець Олег Васильович

(підпис)

Керівник доцент, к.т.н., доцент Лютий Р.В.

(підпис)

Консультант з Охорони праці к.т.н. доцент Зацарний В.В.

(підпис)

Консультант з Організаційної та економічної частини
к.т.н., ст. вик. Нараєвський С.В.

(підпис)

Консультант з Нормоконтролю доцент, к.т.н., доцент Федоров Г.Є

(підпис)

Рецензент _____

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інженерно-фізичний факультет

Кафедра Ливарного виробництва чорних і кольорових металів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 6.050402 - Ливарне виробництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

____ М.М. Ямшинський
(підпис)

«___» червня 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Згоранцю Олегу Васильовичу**

1. Тема проекту Технологічний процес виробництва виливка «Корпус гранулятора» та організація роботи формувального відділення ливарного цеху,

керівник проекту Лютий Ростислав Володимирович к.т.н., доцент,

затверджені наказом по університету від «27» травня 2019 р. № 1408-с

2. Термін подання студентом проекту 11.06.2019 року

3. Вихідні дані до проекту: 3.1. Матеріали переддипломної виробничої практики. 3.2. Література за темою дипломного проекту. 3.3. Номенклатура виливків ливарного цеху. 3.4. Потужність ливарного цеху - 2000 тонн придатних виливків за рік.

4. Зміст пояснювальної записки: 4.1. Вступ. 4.2. Аналіз виробничої програми. 4.3. Режим роботи та фонди часу. 4.4. Формувальне відділення ливарного цеху. 4.5. Технологія ливарної форми виливка «Корпус гранулятора». 4.6. Технологічне устаткування. 4.7. Організаційний розділ. 4.8. Економічний розділ. 4.9. Охорона праці. 4.10 Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу: 5.1. План формувального відділення.

5.2. Технологія виготовлення виливка «Корпуса гранулятора».

5.3. Форма в зібраному вигляді 5.4. Модельна плита з моделлю.

5.5. Формувальна машина. 5.6. Порівняльні техніко-економічні показники

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Зацарний В.В., доцент		
Економічний розділ	Нараєвський С.В. ст. викл.		
Організаційний розділ	Нараєвський С.В. ст. викл.		
Нормоконтроль	Федоров Г.Є. доцент		

7. Дата видачі завдання 18.04.2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Переддипломна виробнича практика	15.04...17.05.19	
2	Аналіз виробничої програми	18.05...20.05. 19	
3	Проектування формульовального відділення	21.05...25.05.19	
4	Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка	26.05...02.06.19	
5	Проектування ливарного устаткування	31.05....02.06.19	
6	Організаційна частина	31.05...05.06.19	
7	Економічна частина	31.05...05.06.19	
8	Охорона праці	31.05...05.06.19	
9	Рецензування проекту	11.05...14.06.19	
10	Захист	18.06.19	

Студент

(підпис)

О.В. Згоранець

Керівник проекту

(підпис)

Р.В. Лютий

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Пояснювальна записка		
3	A1	ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0001	План формувального відділення	1	
4	A1	ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0002	Технологія виготовлення виливка «Корпуса гранулятора»	1	
5	A1	ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0003	Форма в складеному вигляді	1	
6	A1	ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0004	Модельна плита з моделлю	1	
7	A1	ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0005	Формувальна машина	1	
8	A1	ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0006	Порівняльні техніко-економічні показники		

				ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Розробн.	Згоранець					
Керівн.	Лютий					
Консульт.					НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського	
Н/контр.	Федоров					
Зав.каф.						

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: «Технологічний процес виробництва виливка «Корпус гранулятора»
та організація роботи формувального відділення ливарного цеху»

Київ – 2019 року

РЕФЕРАТ

Дипломний проект: 98 стор., 28 табл., 13 рис., 17 посилань.

Об'єкт проектування – технологічний процес виготовлення виливка з вуглецевої сталі «Корпус гранулятора» масою 244,7 кг литтям у разові об'ємні піщано-глинясті форми.

Предмет проектування – технологія ливарної форми та організація роботи формувального відділення ливарного цеху.

Результати проектування – розроблено технологію ливарної форми для заданого виливка, виконано технічне планування формувального відділення та розрахунок одиниці ливарного устаткування.

Результати проектування – можуть бути рекомендовані для впровадження на підприємство ТДВ «Булат» смт. Микулинці, а також на ливарних підприємствах з подібним характером виробництва.

Галузь використання – підприємства сільсько-господарського машинобудування, військово-промислового комплексу тощо.

КОРПУС ГРАНУЛЯТОРА, СТРУШУВАЛЬНО-ПРЕСОВА МАШИНА, ФОРМА ЛИВАРНА, СУМІШ ФОРМУВАЛЬНА, КРЕМНІЙОРГАНІЧНИЙ ЗВ'ЯЗУЮВАЛЬНИЙ КОМПОНЕНТ, ПЛИТА МОДЕЛЬНА, ФОРМУВАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000						
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата							
Розроб.		Згоранець О.В.			РЕФЕРАТ			Літ.	Арк.	Арушів	
Перевір.		Лютий Р.В.								6	1
Реценз.								КПІ ім. Ігоря Сікорського ІФФ			
Н. Контр.		Федоров Г.Є.									
Затверд.											

ZUSAMMENFASSUNG

Abschlussprojekt : 99 Seiten, 28 Tabellen, 13 Abbildungen.

Entwurfsgegenstand ist das technologische Verfahren zur Herstellung eines Rasierapparats aus Kohlenstoffstahl aus der "Granulatorgehäuse" -Masse von 244,7 kg Guss in einmalig voluminösen Sand-Klebeformen.

Thema des Designs ist die Technologie der Form und die Organisation der Formabteilung der Gießerei.

Die Ergebnisse des Entwurfs - die Technologie der geformten Form für den gegebenen vylovki wurde entwickelt, die technische Planung der Formungsabteilung und die Berechnung der Einheit der Gießereiausrüstung wurden durchgeführt.

Die Ergebnisse des Entwurfs - können für die Umsetzung bei Gesellschaft mit zusätzlicher Haftung Bulat smt empfohlen werden. Mikulintsy sowie Gießereiunternehmen mit einer ähnlichen Art der Produktion.

Industriegebrauch - landwirtschaftliche Maschinerie, etc. Militär-Industriekomplex.

CORPUS GRANULATOR, PRESSKREUZMASCHINEN, LIVARO FORM, FORMULIERTE MISCHUNG, BREME-ORGANISCHE BINDUNG, PLATTENMODELL, FORMULIERUNGSABTEILUNGEN.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ЗМІСТ

ВСТУП.....	12
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ.....	13
1.1 Виробнича програма	13
1.2 Характеристика виробництва і вибір технології виготовлення виливків .	17
2 РЕЖИМ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ	18
3 ФОРМУВАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ	21
3.1 Проектування відділення.....	21
3.2. Будівельне проектування.....	26
4 ТЕХНОЛОГІЯ ЛИВАРНОЇ ФОРМИ ВИЛИВКА «КОРПУС ГРАНУЛЯТОРА»	28
4.1 Розроблення технології виготовлення виливка	28
4.1.1 Загальна характеристика литої деталі.....	28
4.1.2 Обґрунтування положення моделі у формі і положення виливка при заливанні; вибір площини рознімання моделі й форми	29
4.1.3 Вибір припусків на механічне оброблення поверхонь виливка.....	30
4.1.4 Вибір кількості і меж стрижнів.....	30
4.2 Вибір типу та розрахунок розмірів опок.....	31
4.2.1 Визначення числа виливків у формі та їх розміщення.....	31
4.2.2 Розрахунок лінійних розмірів опок	31
4.2.3 Характеристика опок	34
4.3 Розрахунок ливникової системи	34
4.3.1 Обґрунтування вибраної конструкції ливникової системи й місця підведення металу в форму	34
4.3.2 Розрахунок площ основних елементів ливникової системи.....	34
4.3.3 Розрахунок лінійних розмірів елементів ливникової системи	37

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000				
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата	ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Згоранець О.В.							
Перевір.		Лютий Р.В.					8		
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського ІФФ			
Н. Контр.		Федоров Г.Є.							
Затверд.									

4.4 Розрахунок піднімальної сили	39
4.5 Формувальна та стрижнева суміш.....	42
4.5.1 Вибір сумішей.....	42
4.5.2 Методи запобігання утворенню пригару	43
4.5.3 Технологія приготування сумішей і фарб	44
4.6 Характеристика модельного комплекту	45
4.6.1 Обґрунтування вибраних матеріалів.....	45
4.6.2 Склад модельного комплекту	45
4.6.3 Особливості конструкції модельної плити.....	45
4.6.4. Розрахунок лінійних розмірів моделі виливка.....	46
4.6.5 Особливості конструкції стрижневого ящика.....	46
4.6.6 Спосіб попередження прилипання суміші до елементів модельного комплекту	47
4.7 Технологія виготовлення та складання ливарної форми	47
4.7.2 Порядок операцій при виготовленні стрижня.....	47
4.7.1 Порядок операцій при формуванні	48
4.7.2 Порядок операцій при виготовленні стрижня.....	48
4.7.3 Порядок операцій при складанні форми.....	48
4.7.4 Заливання і вибивання форми.....	48
4.7.5 Технологія очищення та обрубки виливка	48
4.7.6 Можливі дефекти виливка та заходи їх попередження	49
5. ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКОВАННЯ	50
5.1 Призначення машини та область її використання	50
5.2 Розрахунок основних конструктивних параметрів.....	50
5.2.1 Визначення маси корисного навантаження.....	51
5.2.2 Визначення маси рухомих частин машини	52
5.2.3 Визначення загальної вантажопідйомності струшувального механізму.....	53
5.2.4 Визначення сили тертя при переміщенні поршня	53

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

5.2.5	Визначення площі струшувального поршня	53
5.2.6	Визначення діаметра струшувального поршня.....	54
5.3	Індикаторна діаграма струшувального механізму	54
5.3.1	Визначення висоти підйому стола.....	55
5.3.2	Координати точки 1 (початок руху поршня вгору)	55
5.3.3	Координати точки 2 (момент закриття впускного отвору).....	56
5.3.4	Координати точки 3 (момент відкриття вихлопного отвору).....	57
5.3.5	Координати точки 4 (найвище підняття поршня).....	58
5.3.6	Координати точки 5 (момент закриття вихлопного отвору)	58
5.3.7	Координати точки 6 (момент відкриття впускного отвору)	59
5.3.8	Визначення положення лінії Е та питомої енергії удару	60
5.3.9	Визначення питомої енергії удару на 1 кг частин, що падають.....	61
5.3.10	Визначення питомої енергії відбиття.....	61
5.3.11	Визначення питомої енергії відбиття на 1 кг частин, що падають.....	62
5.3.12	Визначення відношення енергії відбиття до енергії удару.....	62
5.3.13	Визначення коефіцієнта використання енергії, яка надається струшувальному столу.....	63
5.3.14	Визначення продуктивності 1 дм ³ повітря	63
5.4	Визначення площ перерізу впускного і випускного отворів	66
5.4.1	Визначення розмірів впускного отвору	66
5.4.2	Визначення розмірів випускного отвору	69
6	ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	70
6.1	Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників	70
6.1.2	Розрахунок фондів заробітної плати	72
7	ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	74

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

7.1 Розрахунок витрат формувальної та стрижневої сумішей на тонну придатного литва	74
7.2 Розрахунок виходу придатного литва	76
7.3 Визначення капітальних вкладень у проект ділянки формувальних операцій ливарного цеху	77
7.4 Визначення планової собівартості одиниці продукції	80
7.4.1 Розроблення планової калькуляції собівартості продукції.....	80
7.5 Розрахунок продуктивності праці на ділянці	82
7.6 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення	
8 ОХОРОНА ПРАЦІ	82
8.1 Організаційні питання охорони праці на підприємстві	84
8.2 Аналіз параметрів приміщення.....	85
8.3 Аналіз мікроклімату цеху	86
8.4 Аналіз освітленості приміщення	86
8.5 Вібрація та шум	88
8.6 Аналіз загазованості та запиленості	89
8.7 Аналіз теплового випромінювання	89
8.8 Аналіз джерел ураження електричним струмом.....	90
8.9 Пожежна безпека	91
8.10 Безпеки праці при виконанні робіт у формувальному відділенні.....	93
8 ВИСНОВКИ	96
9 ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	97

ВСТУП

Ливарне виробництво – галузь машинобудування, яка займається виготовленням фасонних заготовок або деталей шляхом заливання розплавленого металу в спеціальну форму, порожнина якої має конфігурацію заготовки (деталі). При охолодженні залитий метал твердне і у твердому стані зберігає конфігурацію тієї порожнини, в яку він був залитий. У процесі кристалізації розплавленого металу і подальшого охолодження формуються механічні та експлуатаційні властивості виливків.

Литтям отримують різноманітні конструкції виливків масою від декількох грамів до сотень тонн, довжиною від декількох сантиметрів до 20 м, із стінками товщиною 0,5...500 мм (блоки циліндрів, поршні, колінчасті вали, корпуса і кришки редукторів, зубчасті колеса, станини верстатів, станини прокатних станів, турбінні лопатки і т. д.).

Чавун є основним матеріалом для виготовлення різних корпусів, конструкцій, станин, кронштейнів. Частка використання чавуну при виготовленні виливків порівняно із сталю зростає. За 2018 рік в Україні відносно використання сталі зменшилося на 1,1%.

Завданням даного дипломного проекту є розроблення технології виготовлення чавунного виливка та проектування формувального відділення.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000			
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата	ВСТУП			
Розроб.		Згоранець О.В.						
Перевір.		Лютин Р.В.						
Реценз.								
Н. Контр.		Федоров Г.Є.						
Затверд.								
					Літ.		Арк.	Аркушів
							12	1
					КПІ ім. Ігоря Сікорського ІФФ			

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ

1.1 Виробнича програма

Виробнича програма є основою для розроблення технологічної частини проекту. До неї входять виливки із наступних сплавів:

- СЧ15 (маса від 0,7 до 21,9 кг);
- СЧ20 (маса 11,3 до 86,4 кг).

Крім основної виробничої програми, цех розрахований на виготовлення дослідних партій виливків (приклад технології для виготовлення такого виливка розроблено у розділі 4).

Номенклатуру виливків наведено в табл. 1.1, яку розділяємо на дві масові групи:

- 1 група – виливки масою до 10 кг;
- 2 група – виливки масою понад 10 кг.

Річна потужність заводу становить 2000 т придатного литва з урахуванням 10% на запасні частини та власні потреби.

Кількість виробів, які виготовляє завод за рік, розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{G_p}{m}, \quad (1.1)$$

де N – кількість виробів кожного найменування за рік, шт.;

G_p – річна потужність цеху, кг;

m – сумарна маса виливків на один виріб, кг. Значення m визначаємо як арифметичну суму мас усіх виливків за номенклатурою, враховуючи кількість виливків кожного найменування на один готовий виріб, $m = 360$ кг.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000		
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата	АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ		
Розроб.		Згоранець О.В.					
Перевір.		Лютий Р.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркушів
						13	1
					КПІ ім. Ігоря Сікорського ІФФ		

Таблиця 1.1 – Номенклатура виливків цеху

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка і марка сплаву	Маса виливка, кг	Кількість виливків на 1 виріб, шт	Маса виливків на 1 виріб, кг	Габаритні розміри виливка, мм			Режим термічного оброблення
							довжина	ширина	висота	
Перша масова група – виливки до 10 кг										Відпал для зняття напружень
1	355101	Колосник одинарний	СЧ15	0,7	1	0,7	300	28	7	
2	355102	Засувка	СЧ15	3,6	1	3,6	335	180	15	
3	355103	Дверка піддувальна "Елегант"	СЧ15	4,3	1	4,3	270	160	20	
4	355104	Колосникова решітка посилена	СЧ15	4,4	1	4,4	300	205	7	
5	355105	Колосникова решітка	СЧ15	4,8	1	4,8	300	205	7	
6	355106	Колосникова решітка кругла	СЧ15	4,9	1	4,9	310	280	7	
7	355107	Дверка топочна "Елегант"	СЧ15	5,8	1	5,8	270	250	20	
8	355108	Дверка топочна	СЧ15	6,1	1	6,1	270	250	20	
9	355109	Дверка спарена	СЧ15	9,1	1	9,1	270	490	20	
10	355110	Дверка спарена "Елегант"	СЧ15	9,9	1	9,9	270	490	20	
11	355111	Плита однокомфорна	СЧ15	9,9	1	9,9	410	410	7	
Друга масова група – виливки понад 10 кг										Відпал для зняття напружень
12	355112	Плита двохкомфорна	СЧ15	21,4	1	21,4	710	410	70	
13	355113	Плита глуха	СЧ15	21,9	1	21,9	710	410	70	
14	355114	Противага ліва	СЧ20	14,3	1	14,3	Ш150		170	
15	355115	Противага права	СЧ20	14,7	1	14,7	Ш290		30	
16	355116	Противага тракторна колісна	СЧ20	82,4	1	82,4	430	350	100	
17	355117	Каток шпористий	СЧ20	38,4	1	38,4	Ш450		35	
18	355118	Диск сколювач	СЧ20	49,8	1	49,8	Ш460		90	
19	355119	Диск ущільнювач	СЧ20	53,8	1	53,8	Ш460		90	
Разом						360				

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000

Арк.

14

Підставивши дані до формули (1.1) отримуємо кількість виробів, які необхідно виготовити протягом року:

$$N = \frac{2000000}{360} = 5556 \text{ шт.}$$

За даними табл. 1.1 і зробленого розрахунку річної кількості виробів складаємо точну виробничу програму (табл. 1.2) [1].

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Виробнича програма ливарного цеху

Інд. поз.	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал деталі	Маса, кг			Кількість на виріб		Річна програма випуску виливків						
				ої деталі	вили вка		шт.	кг	на основі виробу		на запасні частини		всього		
									шт.	т	%	шт.	т	шт.	т.
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12	13	14	15
Перша група (до 10 кг)															
1	35101	Колосник одинарний	СЧ15	0,55	0,7	1	0,55		5050	3	10	506	0	5556	4
2	35102	Засувка	СЧ15	2,9	3,6	1	2,9		5050	18	10	506	2	5556	20
3	35103	Дверка піддувальна "Елегант"	СЧ15	3,4	4,3	1	3,4		5050	21	10	506	2	5556	24
4	35104	Колосникова решітка посилена	СЧ15	3,5	4,4	1	3,5		5050	22	10	506	2	5556	24
5	35105	Колосникова решітка	СЧ15	3,8	4,8	1	3,8		5050	24	10	506	2	5556	26
6	35106	Колосникова решітка круга	СЧ15	3,9	4,9	1	3,9		5050	25	10	506	2	5556	27
7	35107	Дверка топочна "Елегант"	СЧ15	4,6	5,8	1	4,6		5050	29	10	506	3	5556	32
8	35108	Дверка топочна	СЧ15	4,9	6,1	1	4,9		5050	31	10	506	3	5556	34
9	355110	Дверка спарена "Елегант"	СЧ15	7,28	9,1	1	7,3		5050	46	10	506	5	5556	51
10	35109	Дверка спарена	СЧ15	7,9	9,9	1	7,9		5050	50	10	506	5	5556	55
11	355111	Плита однокамфорна	СЧ15	7,9	9,9	1	7,9		5050	50	10	506	5	5556	55
Всього										220			22		352
Друга група (більше 10 кг)															
12	355112	Плита двохкаморна	СЧ15	17,1	21,4	1	17,1		5050	108	10	506	11	5556	119
13	355113	Плита глуха	СЧ15	17,5	21,9	1	17,5		5050	110	10	506	11	5556	122
Всього										218			22		240
Друга група (більше 10 кг)															
14	355114	Противага ліва	СЧ20	11,4	14,3	1	11,4		5050	72	10	506	7	5556	79
15	355115	Противага права	СЧ20	11,8	14,7	1	11,8		5050	74	10	506	7	5556	82
16	355116	Противага тракторна колісна	СЧ20	65,9	82,4	1	65,9		5050	416	10	506	42	5556	458
17	355117	Каток шпористий	СЧ20	30,7	38,4	1	30,7		5050	194	10	506	19	5556	213
18	355118	Диск сколювач	СЧ20	39,8	49,8	1	39,8		5050	251	10	506	25	5556	277
19	355119	Диск ущільнювач	СЧ20	43,0	53,8	1	39,8		5050	272	10	506	27	5556	299
Всього										1280			128		1408
Разом															2000

ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000

1.2 Характеристика виробництва і вибір технології виготовлення виливків

Цех потужністю 2000 тонн придатного литва за рік, відноситься до ливарних цехів серійного виробництва, для яких номенклатура виливків складає не більше 200 найменувань і серійність не менше 1000 штук на рік.

Ливарний цех призначений для виготовлення виливків із сталі та чавуну середньої складності. Маса виливків – від 0,7 кг до 82,4 кг.

Основними параметрами вибору технологічного процесу і устаткування для виготовлення виливків є: характер виробництва, маса і габаритні розміри виливків, їх клас точності, матеріал, вид виробничої програми і потужність цеху.

Виходячи з вище наведеного, приймаємо, що у проектованому цеху виготовлення виливків відбувається у разових піщано-глинястих сирих формах, так як маса виливків менше 100 кг, а серійність виробництва – 5556 виливків за рік.

Класифікація ливарного цеху:

- за характером виробництва – серійного виробництва;
- за родом ливарного сплаву – чавуноливарний;
- за ступенем механізації – механізований цех;
- за масою виливків – цех дрібного литва;
- за технологічною спеціалізацією – лиття в разові об'ємні піщані форми.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2 РЕЖИМ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ

Фактори, які обумовлюють вибір режиму роботи цеху: маса виливка, потужність цеху тощо.

Для роботи ливарного цеху потужністю 2000 тонн придатних виливків на рік найкращим є такий режим роботи, коли всі технологічні операції виконуються одночасно на різних виробничих відділеннях і дільницях. Найбільш оптимальним однозмінний паралельний режим, при якому друга зміна відводиться для термічного оброблення і ремонту устаткування.

Отже, у даному проекті приймаємо паралельний – однозмінний режим роботи, що дозволяє раціонально використовувати устаткування і площі цеху.

Встановлюємо фонди часу роботи устаткування та робітників.

Календарний фонд часу роботи знаходимо за формулою:

$$\Phi_k = P \cdot D, \quad (2.1)$$

де Φ_k – календарний фонд часу, год;

P – кількість днів у році, днів;

D – кількість годин у добі, год.

Підставивши дані у формулу (2.1), отримуємо:

$$\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

Номінальний фонд часу, Φ_n , – це час, протягом якого може працювати ливарний цех за прийнятим режимом, без урахування планових і непередбачуваних утрат часу. Номінальний фонд часу розраховується за формулою:

$$\Phi_n = C \cdot \Gamma, \quad (2.2)$$

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000		
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата	РЕЖИМ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ		
Розроб.		Згоранець О.В.					
Перевір.		Лютин Р.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркушів
						18	
					КПІ ім. Ігоря Сікорського ІФФ		

де Φ_n – номінальний фонд часу, год;

C – кількість днів у році, з урахуванням святкових та вихідних днів;

Γ – кількість годин залежно від кількості змін роботи, 1 зміна – 8 годин.

З урахуванням святкових і вихідних днів, приймаємо 250 робочих днів на рік. При однозмінному режимі роботи номінальний фонд роботи устаткування становить:

$$\Phi_n = 250 \cdot 8 \cdot 1 = 2000 \text{ год.}$$

Дійсний фонд, Φ_d , визначаємо шляхом віднімання від номінального фонду часу втрат на непередбачувані обставини, ремонт устаткування тощо.

Дійсний фонд часу розраховуємо за формулою:

$$\Phi_d = \Phi_n - B, \quad (2.3)$$

де Φ_d – дійсний фонд, год;

Φ_n – номінальний фонд часу, год;

B – витрати часу на освоєння виробництва та непередбачені втрати, год.

За умови 40-годинного робочого тижня і 4-х тижневої відпустки дійсний фонд часу для робітників становить [1]:

$$\Phi_d = 2000 - (4 \cdot 40) = 1840 \text{ год.}$$

Усі дані щодо режиму роботи цеху і фондів часу наведено в табл. 2.1.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

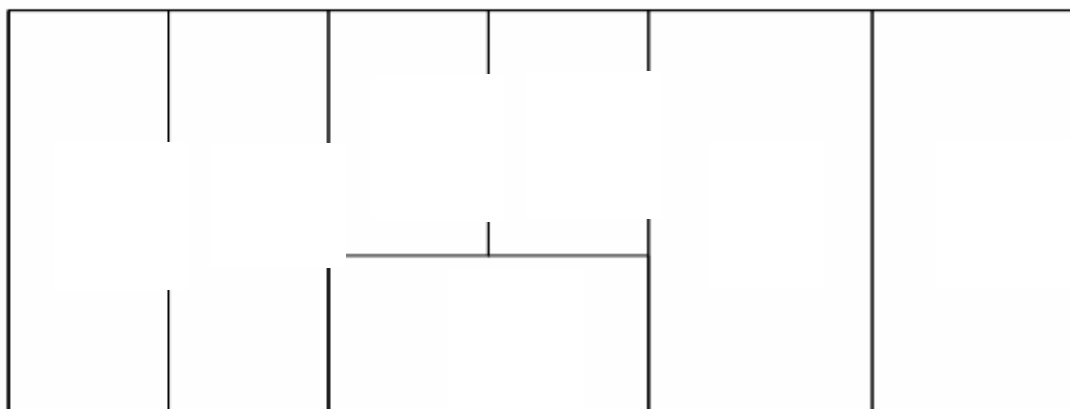
Таблиця 2.1 – Режими роботи ливарного цеху та фонди часу

Інд. поз.	Найменування відділення, дільниці, тип устаткування	Кількість робочих змін на добу	Дійсний річний фонд часу роботи, год	
			устаткування	робітника
1	Плавильне відділення з дільницею підготовки шихти	1	1920	1840
2	Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення	1	1840	1840
3	Стрижневе відділення	1	1920	1840
4	Сумішоприготувальне відділення	1	1640	1840
5	Відділення фінішних операцій	1	1920	1840
6	Допоміжні служби	1	1920	1840

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ФОРМУВАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

На підставі відомого теоретичного матеріалу, вилівки вище вказаної номенклатури виготовлятимуться методом лиття у разові піщано-глинясті форми по-сирому. У формувальному відділенні здійснюються операції формування, складання, заливання, охолодження та вибивання форм.



1 – склад шихтових і формувальних матеріалів; 2 – плавильне відділення; 3 – формувально-складально-заливально-вибивальне відділення; 4 – сумішоприготувальне відділення; 5 – стрижневе відділення; 6 – відділення фінішних операцій; 7 – склад готової продукції

Рисунок 3.1 – Схема компонування ливарного цеху

3.1 Проектування відділення

Основним устаткування у формувально-складально-заливально-вибивальному відділенні є формувальні машини, автомати, лінії. Вхідними даними для розрахунку є кількість форм, розміри опок. Кількість форм, яку необхідно виготовити протягом року, наведена в табл. 3.1, а зведена відомість кількості форм – у табл. 3.2.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000				
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата					
Розроб.		Згоранець О.В.			ФОРМУВАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Лютий Р.В.						21	
Реценз.							КПІ ім. Ігоря Сікорського ІФФ		
Н. Контр.		Федоров Г.Є.							
Затверд.									

Таблиця 3.1 – Визначення річної кількості форм

Код деталі	Деталь	Матеріал вилівка та марка сплаву	Кількість виливків за рік, шт	Маса виливків, кг		Внутрішні розміри опок (L*B*H), мм	Кількість виливків у формі, шт.	Маса виливків у формі, кг	Кількість форм за рік, шт.	Об'єм форми, м³	
				одного	на річну програму					однієї	на річну програму
Перша масова група – виливки до 10 кг											
355101	Колосник одинарний	СЧ15	5556	0,7	3820	800x700x150/150	4	2,7	1389	0,168	233
355102	Засувка	СЧ15	5556	3,6	20141		2	7,2	2778	0,168	467
355103	Дверка піддувальна "Елегант"	СЧ15	5556	4,3	23613		2	8,5	2778	0,168	467
355104	Колосникова решітка посилена	СЧ15	5556	4,4	24308		1	4,3	5556	0,168	933
355105	Колосникова решітка	СЧ15	5556	4,8	26391		1	4,7	5556	0,168	933
355106	Колосникова решітка кругла	СЧ15	5556	4,9	27086		1	4,8	5556	0,168	933
355107	Дверкатопочна "Елегант"	СЧ15	5556	5,8	31947		2	11,5	2778	0,168	467
355108	Дверка топочна	СЧ15	5556	6,1	34031		1	6,1	5556	0,168	933
355109	Дверка спарена	СЧ15	5556	9,1	50560		1	9,1	5556	0,168	933
355110	Дверка спарена "Елегант"	СЧ15	5556	9,9	54866		2	19,7	2778	0,168	467
355111	Плита однокомфорна	СЧ15	5556	9,9	54866		2	19,7	2778	0,168	467
Всього									43059		7234
Друга масова група – виливки більше 10 кг											
355112	Плита двохкомфорна	СЧ15	5556	21,4	118760	1000x800x200/150	1	21,3	5556	0,280	1556
355113	Плита глуха	СЧ15	5556	21,9	121538		1	21,9	5556	0,280	1556
355114	Противага ліва	СЧ20	5556	14,3	79451		2	28,6	2778	0,280	778
355115	Противага права	СЧ20	5556	14,7	81673		2	29,4	2778	0,280	778
355116	Противага тракторна колісна	СЧ20	5556	82,4	457814		1	82,4	5556	0,280	1556
355117	Каток шпористий	СЧ20	5556	38,4	213350		2	76,8	2778	0,280	778
355118	Диск сколювач	СЧ20	5556	49,8	276689		1	49,8	5556	0,280	1556
355119	Диск ущільнювач	СЧ20	5556	53,8	298913		1	53,8	5556	0,280	1556
Всього									36114		10112
Разом									79173		17346

ДП ФЛІСІ.5104.1110.0006.0000

Таблиця 3.2 – Зведена відомість кількості форм

Потокова лінія або дільниця	Група виливків за масою, кг	Внутрішній розмір опок (ЛЧВЧН), мм	Річний випуск		Середньогодинна кількість форм, шт.
			виливків, т	форм, шт.	
1	До 10	800Ч700Ч150/150	220	43059	21,5
2	Більше 10	1000Ч800Ч200/150	1780	36114	18,0

Вибір устаткування для виготовлення форм вибирається відповідно до знань, отриманих на курсі «Устаткування ливарних цехів». Оскільки ливарний цех дрібносерійного виробництва, то економічно вигідно вибирати формувальні машини замість формувальних автоматів чи автоматичних ліній, що дасть змогу з меншими витратами змінювати модельне оснащення, здійснювати ремонт. За даними внутрішніх розмірів опок вибираємо струшувальні машини з допресовуванням без перевертання півформ моделей 265МЗ та 267М. Технічні характеристики наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики струшувальних машин

Індекс позиції	Параметр	Модель машини	
		265МЗ	267М
1	Робочі розміри опок, мм:		
	довжина	800	1000
	ширина	700	800
	висота	300	350
2	Вантажопідйомність (якщо $P=0,6$ МПа), кг	700	1200
3	Зусилля пресування (якщо $P=0,6$ МПа), кН	185	300
4	Циклова продуктивність, форм/год	17	13
5	Хід витяжки, мм	310	325
6	Розміри струшувального стола, мм:		
	довжина	900	1050
	ширина	800	850
7	Висота піднімання стола під час струшування, мм	40...85	85
8	Маса частин, що падають кг	1070	2400
9	Хід пресового поршня, мм	345	400
10	Габаритні розміри, мм:		
	довжина	2015	2600
	ширина	1486	1750
	висота	2490	2900
11	Ширина в разі відведеної траверси, мм	2026	2550
12	Маса, кг	4500	7000

Розрахунок кількості формувальних машин проводимо за наступною формулою:

$$N = \frac{E \cdot k}{P \cdot \Phi_d}, \quad (3.1)$$

де N – кількість машин, шт;

E – річна кількість форм, шт;

k – коефіцієнт, який враховує кількість браку;

P – продуктивність машини, форм/год;

Φ_d – дійсний річний фонд роботи устаткування, год.

Фонд часу для формувального обладнання:

- для машини 265МЗ приймаємо 1750 год, оскільки номенклатура для 1 потокової лінії більша, що призведе до більших втрат часу;
- для машини 267М приймаємо 1800 год.

Підставивши значення у формулу (3.1), розраховуємо кількість машин для 1 потокової ліній:

$$N = \frac{43059 \cdot 1,1}{17 \cdot 1750} = 1,59 \text{ шт.}$$

Підставивши значення у формулу (3.1), розраховуємо кількість машин для 2 потокової ліній:

$$N = \frac{36114 \cdot 1,1}{13 \cdot 1800} = 1,69 \text{ шт.}$$

Для забезпечення формувального відділення достатньою кількістю форм обираємо 2 формувальні машини моделі 265МЗ та 2 – 267М (табл. 3.3). Конструкторський проект машини 267М наведено в розділі 5.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Розрахунок коефіцієнта завантаження:

$$K_3 = N / n, \quad (3.2)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження;

N – розрахункова кількість машин;

n – прийнята кількість машин.

Для 1 потокової лінії коефіцієнт завантаження становить:

$$K_3 = 1,59 / 2 = 0,79.$$

Для 2 потокової лінії коефіцієнт завантаження становить:

$$K_3 = 1,69 / 2 = 0,84.$$

Таблиця 3.4 – Кількість формувальних машин

Потокова лінія або дільниця	Найменування виливків у групі литва	Внутрішній розмір опок, (LxВxН), мм	Середньогодинна кількість форм, шт.	Модель машини	Продуктивність формувальної машини, форм/год	Кількість формувальних машин		Коефіцієнт завантаження, K_3
						розрахункова	прийнята	
1	до 10	800Ч600Ч100/150	21,5	265МЗ	17	1,59	2	0,79
2	від 10	1000Ч800Ч200/150	18,0	267М	13	1,69	2	0,84

Розрахунок парку опок для формувального відділення виконуємо залежно від їх циклу обертання [1]:

$$ПО = (1,25 \dots 1,30) \cdot N_{\phi} \cdot T, \quad (3.3)$$

де 1,25...1,30 – коефіцієнт, який враховує резерв і ремонт запасних опок;

N_{ϕ} – кількість форм, яка виготовляється на лінії за одну годину;

T – цикл обертання опок, 3 год.

Підставивши значення у формулу (3.3), розраховуємо:

– для першої масової групи:

$$ПО_1 = 1,25 \cdot 17 \cdot 3 = 63,75 \text{ шт.}$$

Приймаємо 64 пар опок: 64 опоки розмірами 800Ч700Ч150 мм, 64 – розмірами 800Ч700Ч150 мм.

– для другої масової групи:

$$ПО_1 = 1,25 \cdot 12 \cdot 3 = 45 \text{ шт.}$$

Приймаємо 45 пар опок: 45 опок розмірами 1000Ч800Ч200 мм, та 45 – розмірами 1000Ч800Ч150 мм.

3.2. Будівельне проектування

Цех розміщений в одноповерховій будівлі. Ширина поперечних прогонів формувального відділення відповідно складає 24 метрів. Розміри плавильного відділення 24х48 метрів.

Несучими конструкціями будівлі ливарного цеху є фундамент, колони, стіни, перекриття. Ливарний цех, що проектується, відноситься до великопрогонових будівель, виконується з несучим каркасом із залізобетонних колон. Крок колон по периметру будівлі 6 метрів. Колони в прогонах, якими рухаються мостові крани, мають консолі для опора підкранових балок, які виготовляються у вигляді двотаврових конструкцій.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для спроектованого цеху основним матеріалом для фундаменту є залізобетон. Фундамент під колонами виконаний у вигляді башмаків із залізобетону.

Як стіновий матеріал використовують керамзитобетонні панелі. Торцові стіни, сприймають значне вітрове навантаження, тому з метою забезпечення необхідної стійкості і надійності, такі стіни встановлюють з додатковими залізобетонними колонами [2].

Ворота в ливарному цеху встановлюють для транспортування матеріалів і виливків, і для евакуації людей. Їх виготовляють розсувними з електричним відкриванням і закриванням. Покриття підлоги – чавунні плити, які укладають на бетонну
стяжку.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ТЕХНОЛОГІЯ ЛИВАРНОЇ ФОРМИ ВИЛИВКА «КОРПУС ГРАНУЛЯТОРА»

4.1 Розроблення технології виготовлення виливка

4.1.1 Загальна характеристика литої деталі

Деталь «Корпус гранулятора» призначена для розміщення в ній складальних одиниць і деталей, які з'єднуються між собою з необхідною точністю розташування одна відносно одної. Вона забезпечує точне взаємне розташування деталей, як в статичному стані, так і в процесі експлуатації.

Матеріалом деталі є чавун марки СЧ18 ГОСТ 1412-85. Хімічний склад даного чавуну наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Хімічний склад чавуну марки СЧ18 ГОСТ 1412-85

Масова доля елементів, %				
C	Si	Mn	P	S
			не більше	
3,2...3,4	1,4...2,2	0,7...1,0	0,2	0,15

Тимчасовий опір σ_B чавуну СЧ18 – не менше 180 МПа.

Вільна усадка чавуну СЧ18 – 0,9...1,3%.

Реальна усадка даного виливка із чавуну СЧ18 – 0,8...0,9%.

Деталь «Корпус гранулятора» має такі габаритні розміри:

- довжина – 762 мм;
- ширина – 624 мм;
- висота – 384 мм.

Мінімальна товщина стінки – 15 мм.

Максимальна товщина стінки – 94 мм.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000			
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата				
Розроб.		Згоранець О.В.			ТЕХНОЛОГІЯ ЛИВАРНОЇ ФОРМИ ВИЛИВКА «КОРПУС ГРАНУЛЯТОРА»	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Лютин Р.В.					28	1
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського ІФФ		
Н. Контр.		Федоров Г.Є.						
Затверд.								

Маса деталі – 244,7 кг, маса виливка – 293,7 кг тому відносимо його до середніх.

За складністю конфігурації деталь «Корпус гранулятора» відноситься до 2 групи – нескладні виливки відкритої коробчастої або циліндричної форми.

Деталь має 5 наскрізних отворів: з розмірами: 292×220 мм, Ш110 мм, Ш140 мм, Ш160 мм, Ш210 мм. На бічній частині є 2 ребра жорсткості з розмірами 360Ч30Ч15 мм.

Оброблювані поверхні деталі: 284 мм, Ш110 мм, Ш140 мм, Ш160 мм, Ш210 мм.

4.1.2 Обґрунтування положення моделі у формі і положення виливка при заливанні; вибір площини рознімання моделі й форми

Керуючись положеннями ГОСТ 3.1125-88, обираємо площини рознімання моделі та форми і розміщуємо виливок у двох півформах.

Таке положення зручне для вилучення половинок моделі з форми та надійного встановлення стрижня.

Схему виливка з площиною рознімання форми і його положення у формі при заливанні зображено на рис. 4.1.

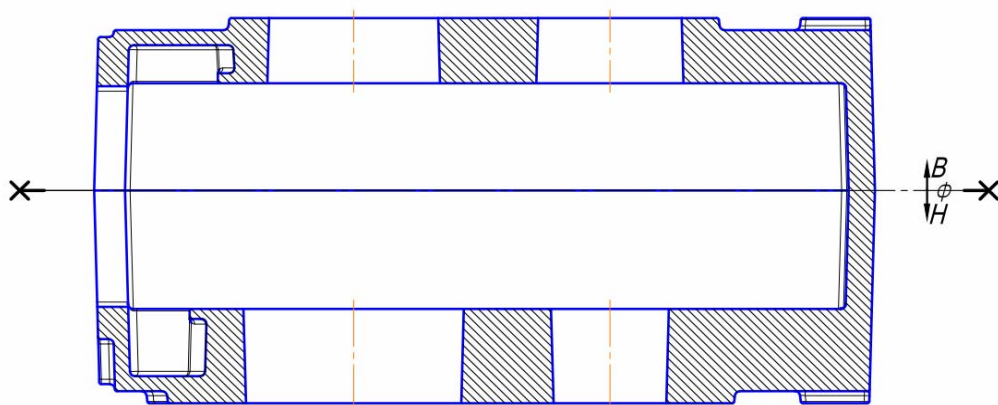


Рисунок 4.1 – Схема виливка з площиною рознімання форми і його положення у формі при заливанні

4.1.3 Вибір припусків на механічне оброблення поверхонь виливка

Величину припусків на механічне оброблення призначаємо у відповідності до вимог ГОСТ 26645-85.

Параметри точності виливка наведено у табл. 4.2, а припуски на механічне оброблення поверхонь – у табл. 4.3.

Таблиця 4.2 – Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка

№	Найменування	Значення
1	Тип сплаву	Чавун СЧ18 ГОСТ 1412-85
2	Маса деталі, кг	244,7
3	Найбільший габаритний розмір, мм	762
4	Клас розмірної точності виливка	10
5	Ступінь жолоблення виливка	6
6	Ступінь точності поверхонь виливка	14
7	Клас точності маси виливка	9
8	Ряд припусків на механічне оброблення	6

Точність виливка 10-6-14-9 ГОСТ 26645-85.

Таблиця 4.3 – Припуски розмірів

№	Найменування	Значення				
1	Номінальний розмір, мм	284	Ш110	Ш140	Ш160	Ш210
2	Мінімальний допуск номінального розміру виливка, мм	1,0	0,8	0,8	0,8	1,0
3	Допуск форми та розміщення поверхонь виливка, мм	1,0	0,4	0,5	0,5	0,8
4	Вид кінцевого оброблення	чорнове	напівчистове			
5	Загальний допуск, мм	2,2	1,6	1,8	1,8	2,0
6	Припуск на механічне оброблення, мм	2,2	2,2	2,3	2,3	2,5

4.1.4 Вибір кількості і меж стрижнів

Для формування внутрішніх порожнин виливка або заглибин і виступів на ньому використовують стрижні. Встановлення й фіксацію піщаного стрижня у ливарній формі здійснюють за допомогою стрижневих знаків. Їх

розміри і конфігурацію визначають за розмірами виливка і конфігурацією порожнин та отворів, що формуються стрижнями. Стрижневі знаки вибираємо залежно від розмірів стрижня та виливка відповідно до вимог ГОСТ 3212-92.

Для виконання внутрішньої конфігурації виливка «Корпус гранулятора» використовуємо один внутрішній стрижень.

Розміри стрижневих знаків, формувальні ухили та технологічні зазори вказані на кресленні та у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розміри стрижневих знаків, формувальні ухили та технологічні зазори

Позначення стрижня	Висота стрижня, мм	Висота знака, мм		Зазор S_1 , мм	Зазор S_2 , мм	Кут α	Кут β
		h_n	h_b				
Ст. 1	384	50	25	0,5	0,7	7°	10°

4.2 Вибір типу та розрахунок розмірів опок

4.2.1 Визначення кількості виливків у формі та їх розміщення

Враховуючи габаритні розміри та масу виливка, а також розташування елементів ливникової системи, у формі розміщуємо виливок.

4.2.2 Розрахунок лінійних розмірів опок

Схему розміщення виливків у формі показано на рис. 4.2.

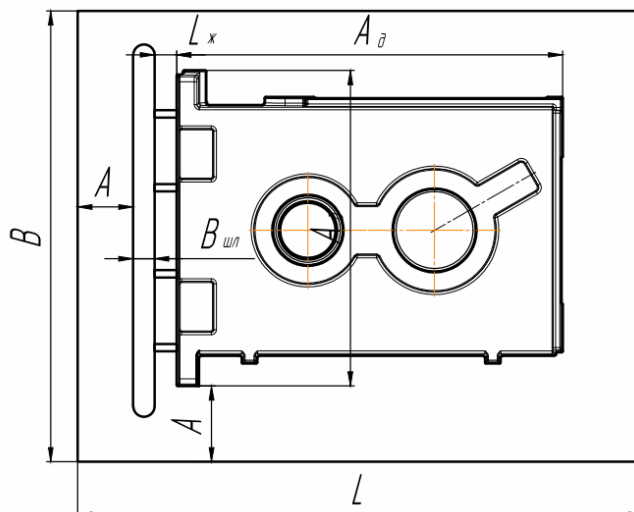


Рисунок 4.2 – Схема розміщення виливків у формі

Виходячи із розміщення виливків у формі, конструкції та розмірів ливникової системи, рекомендованих відстаней від виливка до стінок, ладу та контрладу опоки, розраховуємо лінійні розміри опок.

Відстані від виливка до стінок, ладу та контрладу опоки і розміри шлаковловлювача та живильників обрано виходячи з того, що виливок відноситься до середніх, та наведено у табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Відстані від виливка до стінок, ладу та контрладу опоки, розміри шлаковловлювача та живильників

Позначення	а	б	в	$B_{шл}$	$L_{ж}$	г
Рекомендовано, мм	50...75	75...100	100...125	40...60	50...70	40...60
Приймаємо, мм	60	80	110	50	50	50

Довжину опоки розраховуємо за формулою:

$$L = 2 \cdot a + A_d + B_{шл} + L_{ж}, \quad (4.1)$$

де L – розрахункова довжина опоки, мм;

a – відстань від виливка до стінок опоки, мм;

A_d – довжина виливка, $A_d = 762$ мм;

$B_{шл}$ – ширина шлаковловлювача, мм;

$L_{ж}$ – довжина живильника, мм.

Підставивши дані до формули (4.1) отримуємо:

$$L = 2 \cdot 60 + 762 + 50 + 50 = 982 \text{ мм.}$$

Ширину опоки розраховуємо за формулою:

$$B = 2 \cdot a + A_{\text{ш}} + r, \quad (4.2)$$

де B – розрахункова ширина опоки, мм;

a – відстань від виливка до стінок опоки, мм;

$A_{\text{ш}}$ – ширина виливка, $A_{\text{ш}} = 624$ мм;

r – відстань між виливками, мм.

Підставивши дані до формули (4.2) отримуємо:

$$B = 2 \cdot 60 + 624 + 50 = 794 \text{ мм.}$$

Висоту нижньої опоки розраховуємо за формулою:

$$H_{\text{н.о.}} = H_{\text{н.м.}} + B, \quad (4.3)$$

де $H_{\text{н.о.}}$ – висота нижньої опоки, мм;

$H_{\text{н.м.}}$ – частина моделі, яка знаходиться в нижній опоці, мм. $H_{\text{н.м.}} = 212$ мм;

B – відстань від низу опоки до низу моделі, мм.

Підставивши дані до формули (4.3) отримуємо:

$$H_{\text{н.о.}} = 212 + 110 = 332 \text{ мм.}$$

Висоту верхньої опоки розраховуємо за формулою:

$$H_{\text{в.о.}} = H_{\text{в.м.}} + B, \quad (4.4)$$

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $H_{в.о.}$ – висота верхньої опоки, мм;

$H_{в.м.}$ – частина моделі, яка знаходиться у верхній опоці, мм. $H_{в.м.} = 172$ мм;

b – відстань від верху опоки до верху моделі, мм.

Підставивши дані до формули (4.4) отримуємо:

$$H_{в.ф.} = 172 + 80 = 252 \text{ мм.}$$

Користуючись розрахованими даними, обираємо опоки відповідно до ГОСТ 17130-71 з розмірами 1000Ч800Ч300/350.

4.2.3 Характеристика опок

Використовуємо прямокутні зварні опоки із литих сталейних елементів з ребрами жорсткості та вентиляційними отворами.

Маса опок:

– верхньої – 177,2 кг;

– нижньої – 190,2 кг.

Центрування опок здійснюємо за допомогою двох штирів – центрувального і напрямівного.

Транспортування опок, а також готових півформ виконуємо за допомогою цапф.

4.3 Розрахунок ливникової системи

4.3.1 Обґрунтування вибраної конструкції ливникової системи й місця підведення металу в форму

Враховуючи розміри виливка, його матеріал, а також масу, обираємо гальмівну ливникову систему, найвужчим перерізом якої є переріз

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

живильника. Підведення розплаву відбуватиметься по площині роз'єму (див. рис. 4.2). На один виливок приймаємо 4 живильники.

Для виливка «Корпус гранулятора» використовуємо такі елементи ливникової системи: ливникову воронку, стояк, шлаковловлювач, живильники трапецеподібної форми та випори.

4.3.2 Розрахунок площ основних елементів ливникової системи

Маса деталі (за кресленням) складає 244,7 кг.

Масу виливка розраховуємо за формулою:

$$G_B = G_{де} \cdot 1,2, \quad (4.5)$$

де G_B – маса виливка, кг;

$G_{де}$ – маса деталі, кг.

Підставивши дані до формули (4.5) маємо:

$$G_B = 244,7 \cdot 1,2 = 293,7 \text{ кг.}$$

Розрахунок ливникової системи починаємо з визначення площі найвужчого перерізу ливникової системи – перерізу живильників. Розраховуємо дану площу за формулою Озана-Дітерта:

$$\sum F_{жив} = \frac{G_B}{\mu \cdot \tau \cdot 0,31 \sqrt{H_p}}, \quad (4.6)$$

де $\sum F_{жив}$ – площа перерізу живильників на 1 виливок, см;

G_B – маса виливка, кг;

μ – коефіцієнт втрат напору на подолання місцевих опорів, $\mu = 0,35$;

τ – тривалість заповнення форми розплавом, с;

H_p – розрахунковий металостатичний напір, см.

Тривалість заповнення форми визначається за формулою:

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau = S\sqrt{G_B}, \quad (4.7)$$

де τ – тривалість заповнення форми, с;

S – коефіцієнт часу, $S=1,9$;

G_B – маса виливка, кг.

Підставивши дані до формули (4.7) отримуємо:

$$\tau = 1,9\sqrt{293,7} = 33 \text{ с.}$$

Металостатичний напір розраховують за формулою:

$$H_p = H_0 - \frac{p^2}{2c}, \quad (4.8)$$

де H_p – металостатичний напір, см;

H_0 – відстань по вертикалі від рівня металу в ливниковій воронці до вводу металу в порожнину форми, $H_0 = 350 \text{ мм} = 35 \text{ см}$;

p – висота виливка, що знаходиться вище осі роз'єму, см;

c – висота виливка в положенні при заливанні, см.

У даному випадку:

$$H_p = H_0 - \frac{c}{2} = 35 - \frac{17,2}{2} = 26,4 \text{ см.}$$

Підставивши дані до формули (4.6) отримуємо:

$$\Sigma F_{\text{жив}} = \frac{293,7}{0,35 \cdot 33 \cdot 0,31\sqrt{26,4}} = 16 \text{ см}^2.$$

Приймаємо таке співвідношення елементів ливникової системи:

$$\Sigma F_{\text{жив.ф.}} : \Sigma F_{\text{ш.}} : \Sigma F_{\text{ст}} = 1 : 1,06 : 1,1,$$

де $\Sigma F_{\text{жив.ф.}}$ – сумарна площа перерізу живильників на форму, см^2 ;

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Sigma F_{\text{ш}}$ – сумарна площа перерізу шлаковлювлювачів, см^2 ;

$\Sigma F_{\text{ст}}$ – сумарна площа перерізу стояка, см^2 .

Сумарну площу перерізу живильників на форму розраховуємо за формулою:

$$\Sigma F_{\text{жив.ф.}} = \Sigma F_{\text{жив.ф.}} \cdot n, \quad (4.9)$$

де $\Sigma F_{\text{жив.ф.}}$ – сумарна площа перерізу живильників на форму, см^2 ;

$\Sigma F_{\text{жив}}$ – площа перерізу живильників на 1 виливок, см^2 ;

n – кількість виливків у формі, шт.

Підставивши дані до формули (4.9) отримуємо:

$$\Sigma F_{\text{жив.ф.}} = 16 \cdot 1 = 16 \text{ см}^2;$$

$$\Sigma F_{\text{ш}} = \Sigma F_{\text{жив.ф.}} \cdot 1,06 = 16 \cdot 1,06 = 17 \text{ см}^2;$$

$$\Sigma F_{\text{ст}} = \Sigma F_{\text{жив.ф.}} \cdot 1,1 = 16 \cdot 1,1 = 17,6 \text{ см}^2.$$

4.3.3 Розрахунок лінійних розмірів елементів ливникової системи

Розраховуємо розміри поперечного перерізу живильника.

Для підведення металу у порожнину форми використовуємо чотири живильники трапецеподібної форми (рис. 4.3).

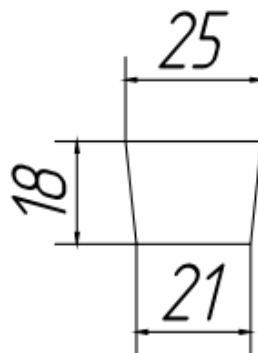


Рисунок 4.3 – Розміри перерізу живильника

Площа поперечного перерізу одного живильника становить:

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{1\text{жив}} = \frac{\Sigma F_{\text{жив.ф.}}}{n}, \quad (4.10)$$

де $F_{1\text{жив}}$ – площа перерізу 1 живильника, см^2 ;

$\Sigma F_{\text{жив.ф.}}$ – сумарна площа перерізу живильників на форму, см^2 ;

n – кількість живильників на форму, шт.

$$F_{1\text{жив}} = \frac{16}{4} = 4 \text{ см}^2.$$

Розраховуємо розмір живильника:

$$h_{\text{жив}} = (0,6 \dots 0,8) \cdot \delta, \quad (4.11)$$

де $h_{\text{жив}}$ – висота живильника, см ;

δ – товщина стінки вилівка у місці підведення металу, см .

$$h_{\text{жив}} = 0,7 \cdot 2,5 = 1,8 \text{ см.}$$

Враховуючи висоту $h_{\text{жив}}$ та $F_{1\text{жив}}$ приймаємо розміри:

$$b_1 = 2,5 \text{ см};$$

$$b_2 = 2,1 \text{ см.}$$

Площа поперечного перерізу шлаковловлювача дорівнює половині сумарної поперечної площі шлаковловлювачів у формі:

$$F_{\text{ш}} = \frac{\Sigma F_{\text{ш}}}{2} = \frac{17}{2} = 8,5 \text{ см}^2.$$

Приймаємо шлаковловлювач трапецеподібної форми (рис. 4.4.).

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

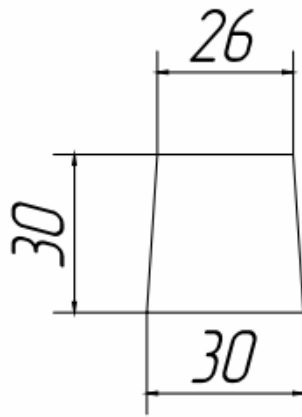


Рисунок 4.4 – Розміри перерізу шлаковлювлювача

Розраховуємо розмір шлаковлювлювача:

$$h_{ш} = (2 \dots 3) \cdot h_{жив}, \quad (4.12)$$

де $h_{ш}$ – висота шлаковлювлювача, см;

$h_{жив}$ – висота живильника, см.

$$h_{ш} = 2 \cdot 1,8 = 3,6 \text{ см.}$$

Враховуючи висоту $h_{ш}$ та $F_{ш}$ приймаємо розміри:

$$b_3 = 2,6 \text{ см;}$$

$$b_4 = 3,0 \text{ см.}$$

Розраховуємо значення діаметра стояка (рис. 4.5):

$$D_{ст} = \sqrt{\frac{4 \Sigma F_{ст}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 17,4}{3,14}} = 4,7 \text{ см} = 47 \text{ мм}$$

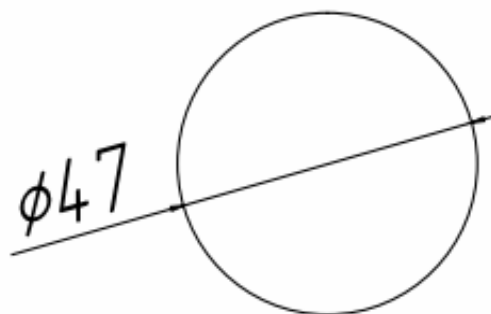


Рисунок 4.5 – Розміри перерізу стояка

Кут конусності приймаємо рівним 3°.

Використовуємо ливникову чашу.

Діаметр випорів приймаємо рівними половини товщини стінки у місцях їх встановлення.

4.4 Розрахунок піднімальної сили

Загальна піднімальна сила металу, яка діє на верхню півформу, розраховується за формулою:

$$P_{\Sigma} = k \cdot (P_{\text{впф}} + P_{\text{ст}} + P_{\text{лс}}) - (G_{\text{впф}} + G_{\text{ст}}), \quad (4.13)$$

де k – коефіцієнт, який враховує гідравлічний удар у момент закінчення заливання, $k = 1,4$;

$P_{\text{впф}}$ – сила тиску рідкого металу, яка діє на верхню півформу в порожнині ливарної форми, Н;

$P_{\text{ст}}$ – Архімедова сила, яка діє на стрижні, Н;

$P_{\text{лс}}$ – сила тиску рідкого металу, яка діє на верхню півформу в ливниковій системі, Н;

$G_{\text{впф}}$ – вага верхньої півформи, Н;

$G_{\text{ст}}$ – вага стрижнів, Н.

Силу тиску рідкого металу, яка діє на верхню півформу в порожнині ливарної форми, розраховуємо за наступною формулою:

$$P_{\text{впф}} = F_{\text{гп}} \cdot n \cdot \rho_{\text{м}} \cdot g \cdot h_{\text{ср}}, \quad (4.14)$$

де $F_{\text{гп}}$ – площа горизонтальної проекції виливка, на яку діє піднімальна сила, м^2 . $F_{\text{гп}} = 0,327 \text{ м}^2$;

n – кількість виливків у формі, шт.; $n = 1$ шт.;

$\rho_{\text{м}}$ – щільність рідкого металу, кг/м^3 . $\rho_{\text{м}} = 7000 \text{ кг/м}^3$;

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

g – прискорення земного тяжіння, $\text{м}^2/\text{с}$; $g = 9,81 \text{ м}^2/\text{с}$;

$h_{\text{ср}}$ – середній металостатичний напір: $h_{\text{ср}} = 0,15 \text{ м}$.

$$P_{\text{впф}} = 0,327 \cdot 1 \cdot 7000 \cdot 9,81 \cdot 0,15 = 3368 \text{ Н.}$$

Розраховуємо Архімедову силу, яка діє на стрижні:

$$P_{\text{ст}} = n \cdot V_{\text{ст}}'' \cdot \rho_{\text{м}} \cdot g, \quad (4.15)$$

де n – кількість виливків у формі, шт; $n = 1$ шт.;

$V_{\text{ст}}''$ – частина об'єму стрижня, що знаходиться під дією Архімедової сили, Н. $V_{\text{ст}}'' = 0,061 \text{ м}^3$;

$\rho_{\text{м}}$ – густина рідкого металу, $\text{кг}/\text{м}^3$; $\rho_{\text{м}} = 7000 \text{ кг}/\text{м}^3$;

g – прискорення земного тяжіння, $\text{м}^2/\text{с}$; $g = 9,81 \text{ м}^2/\text{с}$.

Підставивши дані до формули (4.15) отримуємо:

$$P_{\text{ст}} = 1 \cdot 0,061 \cdot 7000 \cdot 9,81 = 4188 \text{ Н.}$$

Силу тиску рідкого металу, яка діє на верхню півформу в ливниковій системі, розраховуємо за формулою:

$$P_{\text{лс}} = F_{\text{гпл}} \cdot g \cdot h_{\text{лс}} \cdot \rho_{\text{м}}, \quad (4.16)$$

де $F_{\text{гпл}}$ – площа горизонтального перерізу ливникової системи, м^2 .
 $F_{\text{гпл}} = 0,0233 \text{ м}^2$;

g – прискорення земного тяжіння, $\text{м}^2/\text{с}$; $g = 9,81 \text{ м}^2/\text{с}$;

$h_{\text{лс}}$ – повна висота ливникової системи, м; $h_{\text{лс}} = 0,35 \text{ м}$;

$\rho_{\text{м}}$ – густина рідкого металу, $\text{кг}/\text{м}^3$; $\rho_{\text{м}} = 7000 \text{ кг}/\text{м}^3$.

$$P_{\text{лс}} = 0,0233 \cdot 9,81 \cdot 0,35 \cdot 7000 = 560 \text{ Н.}$$

Вагу верхньої півформи розраховуємо за наступною формулою:

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{\text{впф}} = (m_{\text{оп}} + m_{\text{сум}}) \cdot g, \quad (4.17)$$

де $m_{\text{оп}}$ – маса верхньої опоки, кг; $m_{\text{оп}} = 190,2$ кг;

$m_{\text{сум}}$ – маса суміші у верхній напівформі, кг;

g – прискорення земного тяжіння, $\text{м}^2/\text{с}$; $g = 9,81$ $\text{м}^2/\text{с}$.

Масу суміші в верхній напівформі визначаємо за формулою:

$$m_{\text{сум}} = (l_{\text{оп}} \cdot b_{\text{оп}} \cdot h_{\text{оп}} - (V'_{\text{в}} + V'_{\text{ст}}) \cdot n) \cdot \rho_{\text{сум}}, \quad (4.18)$$

де $l_{\text{оп}}$, $b_{\text{оп}}$, $h_{\text{оп}}$ – довжина, ширина та висота верхньої опоки, м; $l_{\text{оп}} = 1,0$ м,
 $b_{\text{оп}} = 0,8$ м, $h_{\text{оп}} = 0,35$ м;

$V'_{\text{в}}$ – частина об'єму виливка, що знаходиться у верхній півформі, м^3 ;
 $V'_{\text{в}} = 0,0151$ м^3 ;

$V'_{\text{ст}}$ – частина об'єму стрижнів, які знаходяться у верхній півформі, м^3 ;
 $V'_{\text{ст}} = 0,031$ м^3 ;

n – кількість виливків у формі, шт.; $n = 1$ шт.;

$\rho_{\text{сум}}$ – густина формувальної суміші, $\text{кг}/\text{м}^3$; $\rho_{\text{сум}} = 1600$ $\text{кг}/\text{м}^3$.

Підставивши дані до формули (4.18), отримуємо:

$$m_{\text{сум}} = (1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,35 - (0,0151 + 0,025) \cdot 1) \cdot 1600 = 384 \text{ кг.}$$

Підставивши дані до формули (4.17), отримуємо:

$$G_{\text{впф}} = (190,2 + 384) \cdot 9,81 = 5630 \text{ Н.}$$

Вагу стрижнів розраховуємо за формулою:

$$G_{\text{ст}} = n \cdot V_{\text{ст}} \cdot \rho_{\text{сум}} \cdot g, \quad (4.19)$$

де n – кількість виливків у формі, шт.; $n = 1$ шт.;

$V_{\text{ст}}$ – об'єм стрижнів, м^3 ; $V_{\text{ст}} = 0,081$ м^3 ;

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\rho_{\text{сум}}$ – густина формувальної суміші, кг/м^3 ; $\rho_{\text{сум}} = 1600 \text{ кг/м}^3$;

g – прискорення земного тяжіння, $\text{м}^2/\text{с}$; $g = 9,81 \text{ м}^2/\text{с}$.

$$G_{\text{ст}} = 1 \cdot 0,081 \cdot 1600 \cdot 9,81 = 1272 \text{ Н.}$$

Підставивши дані до формули (4.13), отримуємо:

$$P_{\Sigma} = 1,2 \cdot (3368 + 4188 + 560) - (5630 + 1272) = 2837 \text{ Н.}$$

На форму необхідно встановити додатковий вантаж масою не менше 284 кг.

4.5 Формувальна та стрижнева суміш

4.5.1 Вибір сумішей

Враховуючи вимоги, які ставляться до геометричної та розмірної точності виливка, масу, групу складності, серійність виробництва, для виготовлення

форм застосовуємо сиру піщано-глинясту суміш.

Дана формувальна суміш є екологічною, піддається регенерації, володіє такими властивостями, як міцність, газопроникність, вогнетривкість, довговічність, забезпечує високу якість виливків та задану продуктивність виробництва [2].

Для виготовлення форм використовується єдина формувальна суміш, склад та властивості якої наведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Склад та властивості формувальної суміші

Найменування параметра		Значення
Вміст оборотної суміші, %		92...95
Вміст кварцового піску, %		5...8
Вміст бентонітової глини, %		1,2...2,0
Вміст кам'яновугільного порошку, %		0,5...1,0

Вологість, %	3,5...4,0
Газопроникність, од.	>100
Міцність при стисканні, МПа	0,05...0,08

На заводі ТДВ «Булат» у чавуноливарному цеху для виготовлення стрижнів використовували піщано-глинясту суміш, тому для збільшення продуктивності та підвищення якості поверхонь виливків використовуємо холоднотвердну суміш з олігофурфурилоксисилоксановим зв'язувальним компонентом. При термодеструкції немає шкідливих парів чи газів. Цей процес дає змогу отримати високоякісну поверхню виливка, забезпечує високу продуктивність виробництва.

Суміш майже не має запаху, що дає можливість ручного її ущільнення. Відокремлення стрижня від оснащення відбувається легко, без додаткових зусиль.

Склад стрижневої суміші наведено в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Склад стрижневої суміші

Найменування параметра	Значення
Вміст кварцового піску, мас.ч.	100
Вміст водного розчину кислоти (олігофурфурилоксисилоксанова кислота), мас.ч.	2
Вміст каталізатора (суміш БСК, ПТСК, ССК), мас.ч.	1

4.5.2 Методи запобігання утворенню пригару

Для попередження утворення пригару з боку стрижня використовуємо самовисихаючу фарбу. Даний тип фарб має органічний розчинник, який швидко випаровується, завдяки чому немає необхідності використовувати сушіння. Склад даної фарби наведений у табл. 4.8.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Таблиця 4.8 – Склад самовисихаючої протипригарної фарби

Найменування параметра	Значення
Вміст наповнювача (графіт), %	50
Вміст зв'язувального компонента (полівінілбутираль), %	3,5
Вміст розчинника (етиловий спирт), %	46,5
Вміст стабілізатора (розчин КМЦ), %	0,5

З боку форми протипригарну функцію виконує добавка кам'яно-вугільного порошку (див. табл. 4.7).

4.5.3 Технологія приготування сумішей і фарб

Приготування формувальної суміші відбувається у змішувачах моделі 1108 з вертикальними обертовими котками в наступній послідовності: у змішувач з витратних бункерів подаються порції сипких матеріалів визначеної кількості, після чого подається вода необхідного об'єму і починається процес змішування (2...3 хв.), по завершенні якого відбирається порція формувальної суміші для проведення експрес-аналізу. У разі отримання задовільних результатів формувальна суміш розвантажується і транспортується стрічковими конвеєрами до витратних бункерів, установлених над формувальними машинами. У разі незадовільних результатів експрес-аналізу здійснюється додавання необхідної порції матеріалу, який відповідає за значення параметра, який не потрапив у межі норм; після чого технологічний цикл повторюється.

Приготування стрижневої суміші відбувається у шнековому змішувачі періодичної дії моделі 19512 у наступній послідовності: дозування необхідної кількості наповнювача та каталізатора твердіння, їх перемішування, додавання зв'язувального компонента, перемішування матеріалів; розвантаження приготованих сумішей у витратні бункери стрижневої машин.

При приготуванні протипригарних фарб з окремих компонентів спочатку готують рідку композицію з розчину зв'язувального компонента,

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

розчинника і стабілізатора. Далі додають наповнювач у вигляді порошку або гранул і ретельно перемішують суміш.

Тип фарбозмішувача – механічний.

4.6 Характеристика модельного комплекту

4.6.1 Обґрунтування вибраних матеріалів

Для виготовлення модельного комплекту використовуємо алюмінієвий сплав марки АК7 ДСТУ 2839-94.

Алюмінієві сплави зазвичай використовують для дрібних та середніх моделей. Порівняно з дерев'яними, вони довговічніші, мають значно вищу точність, міцність, сталість розмірів, гладку робочу поверхню, не деформуються під час зберігання, досить легко оброблюються.

Такі модельні комплекти доцільно використовувати для серійного та масового виробництва, при використанні машинної формовки.

4.6.2 Склад модельного комплекту

До складу модельного комплекту входить:

- модельна плита – 2 шт.;
- модель вилівка – 1 шт. із двох частин;
- модель стрижневого знака – 6 шт.;
- моделі елементів ливникової системи: 4 живильники, 1 шлаковловлювач, 1 стояк, 2 випори;
- стрижневий ящик – 1 шт.

4.6.3 Особливості конструкції модельної плити

Модельна плита з опокою центруються за допомогою напрямівного та центрувального штирів.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Кріплення моделей на модельній плиті здійснюємо болтами. Центрування моделей на плиті здійснюємо за допомогою штифтів.

Клас точності модельного комплекту – 6 (згідно ГОСТ 3212-92).

Так як деталь виготовляється із чавуну СЧ 18, то модель необхідно пофарбувати у червоний колір. Чорним кольором фарбуємо поверхні стрижневих знаків та інших частин, які не заливаються розплавом.

Моделі із півформ при машинному формуванні вилучаються за допомогою протяжної рамки, яка є конструктивним елементом вибраних формувальних машин.

4.6.4. Розрахунок лінійних розмірів моделі виливка

Лінійні розміри моделі виливка розраховуємо за формулою:

$$\alpha = (l_p + \text{ПР} + H_{\text{зн}} + \delta_3) \left(1 + \frac{y}{100}\right), \quad (4.20)$$

де α – лінійний розмір моделі виливка, мм;

l_p – розмір деталі, мм;

ПР – припуск на механічну обробку, мм;

y – ливарна усадка, %. $y=0,8\%$;

$H_{\text{зн}}$ – висота знакової частини, мм;

δ_3 – значення технологічного зазору, мм.

$$\alpha_1 = 762 \left(1 + \frac{0,8}{100}\right) = 768,1 \text{ мм};$$

$$\alpha_2 = 624 \left(1 + \frac{0,8}{100}\right) = 629 \text{ мм};$$

$$\alpha_3 = (212 + 2,2 + 50) \left(1 + \frac{0,8}{100}\right) = 266,3 \text{ мм}.$$

4.6.5 Особливості конструкції стрижневого ящика

Для стрижня 1 використовуємо дерев'яний рознімний стрижневий ящик з вертикальним роз'ємом.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як стрижень має складну конфігурація та елементи, які заважають вільному вилучення то обираємо за спосіб виготовлення ручне формування за допомогою пневмотрамбівок.

4.6.6 Спосіб попередження прилипання суміші до елементів модельного комплекту

Для зменшення прилипання суміші до елементів модельного комплекту використовуємо графіт у якості припили.

4.7 Технологія виготовлення та складання ливарної форми

4.7.1 Порядок операцій при формуванні

Для формування виливка використовується струшувальна машина з допресовуванням моделі 267М. Порядок операцій формоутворення буде таким:

- встановлення модельної плити із закріпленими на ній моделями виливків та елементів ливникової системи на плиту формувальної машини;
- встановлення опок, центрування та фіксація відносно модельних плит;
- нанесення розділового покриття на поверхню моделей та модельної плити;
- заповнення опоки формувальною сумішшю;
- попереднє струшування;
- ущільнення формувальної суміші струшуванням з допресуванням;
- видалення надлишків суміші;
- вилучення моделі з півформи [4].

4.7.2 Порядок операцій при виготовленні стрижня

Стрижні з холоднотвердної суміші виготовляємо за допомогою ущільнення ручним інструментом.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Порядок операцій буде таким:

- підготовка та складання стрижневого ящика;
- поступове заповнення сумішшю стрижневого ящика та її ущільнення;
- витримка стрижня для зміцнення протягом 30 хв;
- вилучення стрижня із ящика
- фарбування протипригарною фарбою і сушка протягом 1 год.

4.7.3 Порядок операцій при складанні форми

При складанні форми порядок операцій буде таким:

- встановлення стрижня у нижню півформу;
- встановлення напрямних та центрувальних штирів;
- встановлення верхньої півформи;
- скріплення форми скобами.

4.7.4 Заливання і вибивання форми

Для заливання форми використовуємо монорейковий ківш металоємністю 1 тонну . Тривалість заливання – близько 33 секунд.

Температура заливання розплаву – 1330...1370 °C.

Витримуємо виливки у формі до температури 400...450 °C.

4.7.5 Технологія очищення та обрубки виливка

Елементи ливникової системи та заливи відокремлюють від виливків газовими різакми. Для видалення залишків стрижнів та очищення виливків використовуються дробометні камери. Даний тип очищення виконується потоком чавунного або сталевго дробу, який спрямовується на поверхню виливка спеціальними головками або апаратами.

Зачищення виливків виконується на обдирно-шліфувальних верстатах.

4.7.6 Можливі дефекти виливка та заходи їх попередження

У табл. 4.9 наведено можливі дефекти виливка та заходи їх попередження.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.9 – Можливі дефекти виливка

Дефект	Причина	Заходи щодо попередження
Стрижневий перекіс	Перекіс стрижня під час проставлення його у форму	Збільшення нижнього знака стрижня з 50 до 60 мм
Недолив	Низька рідкотекучість розплаву	Температура заливання на 40...60 °С більша, ніж температура ліквідус
Пригар	Фізико-хімічна взаємодія матеріалу форми з металом виливка	Застосування протипригарної фарби для стрижнів і добавки у формувальну суміш

5 ТЕХНОЛОГІЧНЕ УСТАТКОВАННЯ

5.1 Призначення машини та область її використання

Формувальні машини без обертання напівформ призначені для формування верхніх півформ та нижніх півформ, які перевертаються допоміжними пристроями. Ущільнення машинами формувальної суміші в опоках здійснюється струшуванням з допресуванням.

При ущільненні суміші в опоці на струшувальній формувальній машині, стіл машини з опокою піднімається на висоту 30...120 мм і, падаючи з цієї висоти, вдаряється об фланець. Ущільнення суміші в опоці проходить при ударі стола під дією сил інерції суміші. Знімання опок проводиться за допомогою протяжної рамки[4].

Струшувальні формувальні машини такого типу застосовуються у ливарних цехах середнього та дрібносерійного виробництва, де їх застосування є економічно доцільним [1].

Вихідними параметрами при проектуванні формувальної машини є вантажопідйомність (сумарна маса опоки, модельного оснащення і суміші) і розміри опоки. Необхідні для проектування формувальної машини дані визначають розрахунком. Розрахунок полягає у визначенні основних конструктивних параметрів струшувального механізму машини і в перевірці міцності її навантажених деталей – стійок, струшувальних столів, струшувальних поршнів, деталей механізмів повороту.

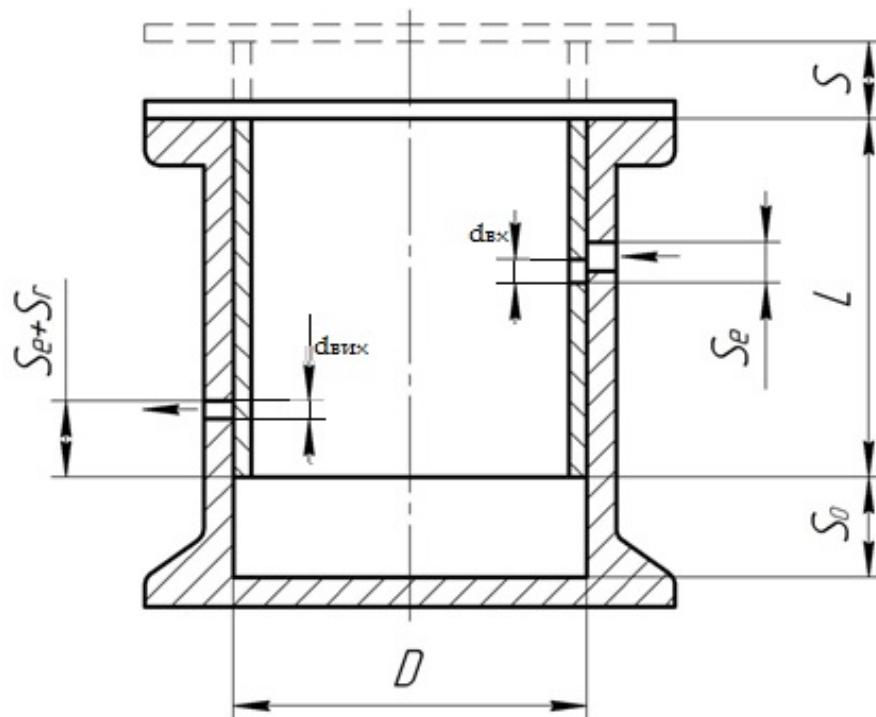
5.2 Розрахунок основних конструктивних параметрів

Вихідні дані:

– розміри опоки у просвіті: АЧВЧН=1000Ч800Ч200 мм;

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000		
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата	ТЕХНОЛОГІЧНЕ УСТАТКОВУВАННЯ		
Розроб.		Згоранець О.В.					
Перевір.		Лютый Р.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.					КПІ ім. Ігоря Сікорського ІФФ		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						51	1

- середній ступінь ущільнення суміші: $\delta=1600 \text{ кг/м}^3$;
- тиск повітря в мережі: $P_0=5 \text{ кг/см}^2$.



S – висота підйому поршня, см; S_0 – висота шкідливого простору, см; S_e – шлях наповнення, см; S_r – шлях розширення, см; L – довжина поршня, см; D – діаметр поршня, см; $d_{вх}$ – діаметр впускного отвору, мм; $d_{вих}$ – діаметр вихлопного отвору, мм

Рисунок 5.1 – Розрахункова схема струшувальної машини

5.2.1 Визначення маси корисного навантаження

Масу корисного навантаження визначаємо за формулою:

$$Q_1 = Q_{оп} + Q_{ст} + Q_{підм} + Q_{мод}, \quad (5.1)$$

де Q_1 – маса корисного навантаження, кг;

$Q_{оп}$ – маса опоки, кг;

$Q_{ст}$ – маса суміші, кг;

$Q_{підм}$ – маса підмодельної плити, кг;

$Q_{мод}$ – маса модельного оснащення, кг.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Відповідно ГОСТ 15004-69 – $Q_{оп} = 202$ кг.

Масу суміші $Q_{ст}$ визначаємо за формулою:

$$Q_{ст} = V_{оп} \cdot \delta = АЧВЧН \cdot \delta, \quad (5.2)$$

де $V_{оп}$ – об'єм опоки, $м^3$;

δ – ступінь ущільнення суміші, $кг/м^3$;

АЧВЧН – розмір опоки у просвіті, м.

Підставивши дані у формулу (5.2), отримуємо:

$$Q_{ст} = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,2 \cdot 1600 = 256 \text{ кг.}$$

Відповідно до ГОСТ 20112-74: $Q_{підм} = 155$ кг.

Масу модельного оснащення приймемо 30 кг.

Підставивши дані у формулу (5.1), отримуємо:

$$Q_1 = 202 + 256 + 155 + 30 = 643 \text{ кг} \approx 650 \text{ кг.}$$

5.2.2 Визначення маси рухомих частин машини

Масу рухомих частин машини визначаємо за формулою:

$$Q_2 = k \cdot Q_1, \quad (5.3)$$

де Q_2 – маса рухомих частин машини, кг;

k – коефіцієнт, який залежить від маси корисного навантаження.

Приймаємо: $k=1,25$;

Q_1 – маса корисного навантаження машини, кг.

Підставивши дані в формулу (5.3), отримуємо:

$$Q_2 = 1,25 \cdot 650 = 813 \text{ кг.}$$

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.3 Визначення загальної вантажопідйомності струшувального механізму

Загальну вантажопідйомність струшувального механізму визначаємо за формулою:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (5.4)$$

де Q – загальна вантажопідйомність струшувального механізму, кг;

Q_1 – маса корисного навантаження машини, кг;

Q_2 – маса рухомих частин машини, кг.

Підставивши дані в формулу (5.4), отримуємо:

$$Q = 650 + 813 = 1463 \text{ кг.}$$

5.2.4 Визначення сили тертя при переміщенні поршня

Силу тертя при переміщенні поршня визначаємо за формулою:

$$R = k_1 \cdot Q, \quad (5.5)$$

де R – сила тертя при переміщенні поршня, кг;

k_1 – коефіцієнт, який залежить від вантажопідйомності;

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$k_1 = 0,15 \dots 0,25$; приймаємо $k_1 = 0,20$;

Q – загальна вантажопідйомність струшувального механізму, кг.

Підставивши дані в формулу (5.5), отримуємо:

$$R = 0,20 \cdot 1463 = 293 \text{ кг.}$$

5.2.5 Визначення площі струшувального поршня

Площу струшувального поршня визначаємо за формулою:

$$F = \frac{(Q+R)}{(P_0-1)}, \quad (5.6)$$

де F – площа струшувального поршня, см^2 ;

Q – загальна вантажопідйомність струшувального механізму, кг;

R – сила тертя при переміщенні поршня, кг;

P_0 – тиск повітря в мережі, кг/см^2 .

Підставивши дані у формулу (5.6), отримуємо:

$$F = \frac{1463 + 293}{5 - 1} = 439 \text{ см}^2$$

З урахуванням можливих витікань повітря, площа поршня приймається на 5...10% більша, ніж розрахункова:

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = 480 \text{ см}^2.$$

5.2.6 Визначення діаметра струшувального поршня

Діаметр струшувального поршня визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}, \quad (5.7)$$

де D – діаметр поршня, см;

F – площа круга см^2 .

Підставивши дані у формулу (5.7), отримуємо:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 480}{\pi}} = 24,72 \text{ см} \approx 25 \text{ см} = 250 \text{ мм}.$$

5.3 Індикаторна діаграма струшувального механізму

Індикаторна діаграма – це графік залежності зміни тиску повітря у струшувальному механізмі від висоти підйому стола (рис. 5.2).

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

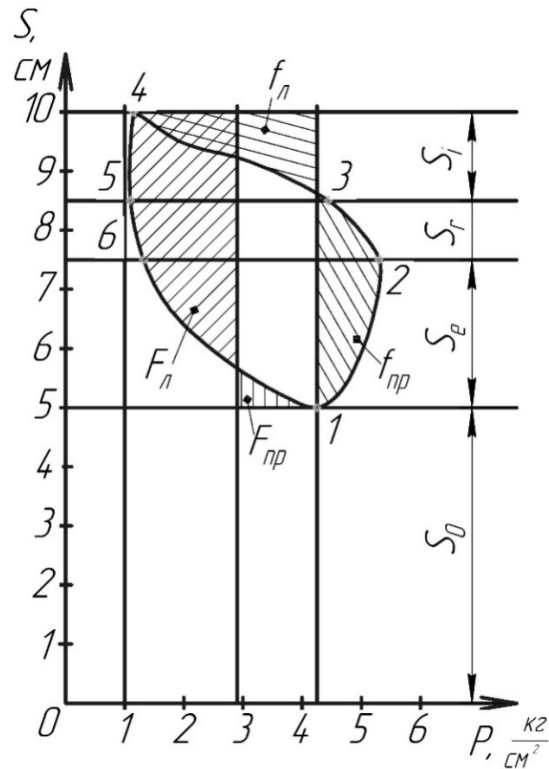


Рисунок 5.2 – Індикаторна діаграма струшувального механізму

5.3.1 Визначення висоти підйому стола

Задаємося висотою підйому стола.

Згідно рекомендацій [1], висота підйому становить:

$$S' = 4 \dots 12 \text{ см.}$$

Приймаємо значення: $S = 7 \text{ см.}$

5.3.2 Координати точки 1 (початок руху поршня вгору)

Для визначення тиску використовують формулу:

$$P_1 = 1 + \frac{Q+R}{F}, \quad (5.8)$$

де P_1 – тиск навантаження в точці 1, кг/см²;

Q – маса загального навантаження, кг;

R – сила тертя, кг;

F – площа поршня, см².

Підставивши дані у формулу (5.8), отримуємо:

$$P_1 = 1 + \frac{1463+293}{490} = 4,99 \text{ кг/см}^2.$$

Висоту підйому поршня в момент початку руху S_1 визначаємо залежно від висоти S_0 шкідливого простору: $S_1 = S_0$.

Для струшувальних механізмів значення S_0 вибирають у межах $(0,75 \dots 1,0) \cdot S$. Приймаємо $S_0 = 1 \cdot S = 7 \text{ см}$.

5.3.3 Координати точки 2 (момент закриття впускного отвору)

Згідно з рекомендаціями Аксьонова [2], тиск P_2 визначаємо за формулою:

$$P_2 = P_1 + 1, \quad (5.9)$$

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де P_2 – тиск у точці 2, кг/см²;

P_1 – тиск навантаження у точці 1, кг/см².

Підставивши дані у формулу (5.9), отримуємо:

$$P_2 = 4,99 + 1 = 5,99 \text{ кг/см}^2.$$

Висоту підйому поршня в момент відсікання повітря S_2 визначаємо за формулою:

$$S_2 = S_0 + S_e, \quad (5.10)$$

де S_2 – висота підйому в момент відсікання, см;

S_0 – висота шкідливого підйому, см;

S_e – висота шляху наповнення, см.

Шлях наповнення за рекомендаціями [1], визначається наступним чином:

$$S_e = (0,4 \dots 0,5) \cdot S. \text{ Приймаємо } S_e = 0,5 \cdot 7 = 3,5 \text{ см.}$$

Підставивши дані у формулу (5.10), отримуємо:

$$S_2 = 7 + 3,5 = 10,5 \text{ см.}$$

5.3.4 Координати точки 3 (момент відкриття вихлопного отвору)

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висоту підйому поршня в момент відкриття вихлопного отвору S_3 визначаємо за формулою:

$$S_3 = S_0 + S_e + S_r, \quad (5.11)$$

де S_0 – висота шкідливого простору, см

S_e – шлях наповнення, см.

S_r – шлях розширення, см.

$$S_r = (0,2 \dots 0,4) \cdot S_e, \quad (5.12)$$

де S_r – шлях розширення, см;

S_e – шлях наповнення, см.

Підставивши дані у формулу (5.12), отримуємо:

$$S_r = 0,3 \cdot 3,5 = 1,05 \text{ см.}$$

Підставивши дані у формулу (5.11), отримуємо:

$$S_3 = 7 + 3,5 + 1,05 = 11,55 \text{ см.}$$

Тиск повітря у кінці розширення P_3 визначаємо за формулою:

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_3 = P_2 \cdot \left(\frac{S_0 + S_a}{S_0 + S_e + S_r} \right)^k, \quad (5.13)$$

де P_3 – тиск у точці 3, кг/см²;

P_2 – тиск у точці 2, кг/см²;

S_0 – висота шкідливого підйому, см;

S_e – шлях наповнення, см;

S_r – шлях розширення, см;

k – показник адіабати, $k = 1,41$.

Підставивши дані у формулу (5.13), отримуємо:

$$P_3 = 5,99 \cdot \left(\frac{7+2,5}{7+3,5+1,05} \right)^{1,41} = 5,24 \text{ кг/см}^2$$

5.3.5 Координати точки 4 (найвище підняття поршня)

Максимальну висоту підйому поршня S_4 визначаємо за формулою:

$$S_4 = S_0 + S_e + S_r + S_L = S_0 + S, \quad (5.14)$$

де S_0 – висота шкідливого простору, см;

S_e – шлях наповнення, см;

S_r – шлях розширення, см;

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

S_L – шлях руху за інерцією, см.

Підставивши дані у формулу (5.14), отримуємо:

$$S_4 = 7 + 7 = 14 \text{ см.}$$

За рекомендаціями Аксьонова [1], тиск у точці 4: $P_4 = 1 + 0,2 = 1,2 \text{ кг/см}^2$.

5.3.6 Координати точки 5 (момент закриття вихлопного отвору)

Згідно з рекомендаціями [1], тиск P_5 визначаємо так:

$$P_5 = 1 + (0,1 \dots 0,15) = 1,15 \text{ кг/см}^2.$$

Висоту підйому поршня в момент закриття вихлопного отвору S_5 визначаємо:

$$S_5 = S_3 = 11,55 \text{ см.}$$

5.3.7 Координати точки 6 (момент відкриття впускного отвору)

Висоту підйому поршня в момент відкриття впускного отвору S_6 визначаємо за формулою:

$$S_6 = S_2 = S_0 + S_e, \quad (5.15)$$

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де S_6 – висота підйому в точці 6, см;

S_0 – висота шкідливого простору, см;

S_e – шлях наповнення, см.

Підставивши дані у формулу (5.15), отримуємо:

$$S_6 = S_0 + S_e = 10,5 \text{ см.}$$

Тиск повітря в момент відкриття впускного отвору P_6 визначаємо за формулою:

$$P_6 = P_5 \cdot \left(\frac{S_0 + S_e + S_r}{S_0 + S_e} \right)^k, \quad (5.16)$$

де P_6 – тиск у точці 6, кг/см²;

P_5 – тиск у точці 5, кг/см²;

S_0 – висота шкідливого простору, см;

S_e – шлях наповнення, см;

S_r – шлях розширення, см;

k – показник адіабати.

Підставивши дані у формулу (5.16), отримуємо:

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_6 = 1,15 \cdot \left(\frac{7+2,5+1,05}{7+2,5} \right)^{1,41} = 1,32 \text{ кг/см}^2.$$

де P_1 – тиск навантаження в точці 1, кг/см²;

Q – маса загального навантаження, кг;

R – сила тертя, кг;

F – площа поршня, см².

5.3.8. Визначення положення лінії Е та питомої енергії удару

Значення тиску на лінії Е визначається за формулою:

$$P_E = 1 + \frac{Q-R}{F}, \quad (5.17)$$

де P_1 – тиск навантаження у точці 1, кг/см²;

Q – маса загального навантаження, кг;

R – сила тертя, кг;

F – площа поршня, см².

Підставивши дані у формулу (5.17), отримуємо:

$$P_1 = 1 + \frac{1463-293}{480} = 3,44 \text{ кг/см}^2.$$

Питому енергію удару визначаємо за формулою:

$$e = F_{л} - F_{пр}, \quad (5.18)$$

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де e – питома енергія удару, $\frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2}$;

$F_{\text{л}}, F_{\text{пр}}$ – відповідні площі на індикаторній діаграмі, см^2 .

Площі $F_{\text{л}}, F_{\text{пр}}$ визначаємо після побудови індикаторної діаграми, що зображена на рис. 5.2, шляхом підрахунку кількості клітинок, обмежених діаграмою. Із діаграми: $F_{\text{л}}=11,2 \text{ см}^2$; $F_{\text{пр}}=0,7 \text{ см}^2$.

Підставивши дані в формулу (5.18), отримуємо:

$$e = 11,2 - 0,7 = 10,5 \frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2}.$$

5.3.9 Визначення питомої енергії удару на 1 кг частин, що падають

Питому енергії удару на 1 кг частин, що падають, визначаємо за формулою:

$$e' = \frac{e \cdot F}{Q}, \quad (5.19)$$

де e' – питома енергія удару на 1 кг частин, що падають, $\frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{кг}}$;

e – питома енергія удару, $\frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2}$;

F – площа поршня, см^2 ;

Q – загальна вантажопідйомність струшувального механізму, кг.

Підставивши дані в формулу (5.19), отримуємо:

$$e' = \frac{10,5 \cdot 480}{1463} = 3,44 \frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{кг}}$$

5.3.10 Визначення питомої енергії відбиття

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питому енергію відбиття визначаємо за формулою:

$$e_0 = f_{\text{лів}} - f_{\text{пр}}, \quad (5.20)$$

де e_0 – питома енергія відбиття, $\frac{\text{кг} \cdot \text{см}}{\text{см}^2}$;

$f_{\text{лів}}, f_{\text{пр}}$ – відповідні площі на індикаторній діаграмі, см^2 .

Площі $f_{\text{лів}}, f_{\text{пр}}$ визначаємо після побудови індикаторної діаграми, що зображена на рис. 5.3, шляхом підрахунку кількості клітинок, обмежених діаграмою. Із діаграми: $f_{\text{л}} = 5,37 \text{ см}^2$; $f_{\text{пр}} = 2,40 \text{ см}^2$.

Підставивши дані у формулу (5.20), отримуємо:

$$e_0 = 5,37 - 2,40 = 2,97 \frac{\text{кг} \cdot \text{см}}{\text{см}^2}.$$

5.3.11 Визначення питомої енергії відбиття на 1 кг частин, що падають

Питому енергію відбиття на 1 кг частин, що падають, визначаємо за формулою:

$$e'_0 = \frac{e_0 \cdot F}{Q}, \quad (5.21)$$

де e'_0 – питома енергія відбиття на 1 кг частин, що падають, $\frac{\text{кг} \cdot \text{см}}{\text{кг}}$;

e_0 – питома енергія удару на 1 кг частин, що падають, $\frac{\text{кг} \cdot \text{см}}{\text{см}^2}$;

F – площа поршня, см^2 ;

Q – загальна вантажопідйомність струшувального механізму, кг.

Підставивши дані у формулу (5.21), отримуємо:

$$e'_0 = \frac{2,97 \cdot 480}{1463} = 0,97 \frac{\text{кг} \cdot \text{см}}{\text{кг}}.$$

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.12 Визначення відношення енергії відбиття до енергії удару

Відношення енергії відбиття до енергії удару визначаємо за формулою:

$$m = \frac{e'}{e} \cdot 100\%, \quad (5.22)$$

де m – відношення енергії відбиття до енергії удару;

e' – питома енергію відбиття, $\frac{\text{кГ} \cdot \text{см}}{\text{см}^2}$;

e – питома енергію удару, $\frac{\text{кГ} \cdot \text{см}}{\text{см}^2}$.

Підставивши дані у формулу (5.22), отримуємо:

$$m = \frac{0,97}{2,97} \cdot 100\% = 0,33 \cdot 100\% = 33 \%$$

5.3.13 Визначення коефіцієнта використання енергії, яка надається струшувальному столу

Коефіцієнт використання енергії, яка надається струшувальному столу, визначаємо за формулою:

$$\eta = \frac{e'}{e_0} \quad (5.23)$$

де η – коефіцієнт використання енергії, яка надається струшувальному столу;

e_0 – питома енергія удару на 1 кг частин, що падають, $\frac{\text{кГ} \cdot \text{см}}{\text{см}^2}$;

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

S – висота підйому поршня, см.

Підставивши дані в формулу (5.23), отримуємо:

$$\eta = \frac{0,97}{7} = 0,13.$$

5.3.14 Визначення продуктивності 1 дм³ повітря

Витрату стисненого повітря на 1 удар струшування визначаємо за формулою:

$$V_B = F \cdot (S_0 + S_e + S_r) \cdot (P_3 - P_5) \cdot 10^{-6}, \quad (5.24)$$

де V_B – витрата стисненого повітря на 1 удар струшування, м³;

F – площа струшувального поршня, см²;

S₀ – висота шкідливого простору, см;

S_e – шлях наповнення, см;

S_r – шлях розширення, см;

P₃ – тиск повітря кінці розширення, кг/см²;

P₅ – тиск повітря в момент закриття вихлопного отвору, кг/см².

Підставивши дані у формулу (5.24), отримуємо:

$$V_B = 480 \cdot (7 + 3,5 + 1,05) \cdot (5,24 - 1,15) \cdot 10^{-6} = 0,023 \text{ м}^3.$$

Продуктивність 1 дм³ повітря визначаємо за формулою:

$$e_V = \frac{e \cdot F}{V_B}, \quad (5.25)$$

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де e_v – продуктивність 1 м³ повітря, $\frac{\text{Дж}}{\text{дм}^3}$;

e – питома енергія удару, $\frac{\text{кг} \cdot \text{см}}{\text{см}^2}$;

F – площа струшувального поршня, м²;

V_v – витрата стисненого повітря на 1 удар струшування, дм³.

Підставивши дані в формулу (5.25), отримуємо:

$$e_v = \frac{2,97 \cdot 10^8 \cdot 0,048}{0,023} = 6198, \frac{\text{Дж}}{\text{дм}^3} \approx 6,2 \frac{\text{кДж}}{\text{дм}^3}.$$

Змінюючи висоту підйому стола, розраховуємо ще 2 варіанти індикаторної діаграми: $S = 5,0$ см (рис. 5.4); $S = 9,0$ см (рис. 5.5). Розраховані дані заносимо до табл. 5.1.

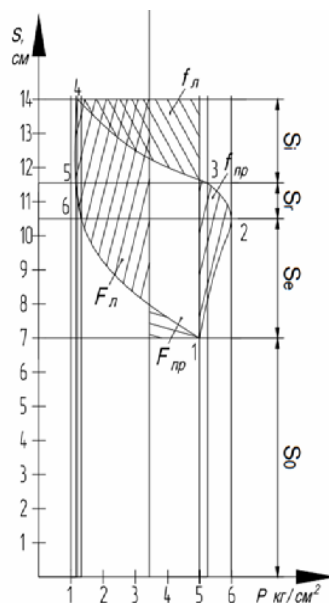


Рисунок 5.3 – Індикаторна діаграма струшувального механізму при висоті піднімання стола 70 мм

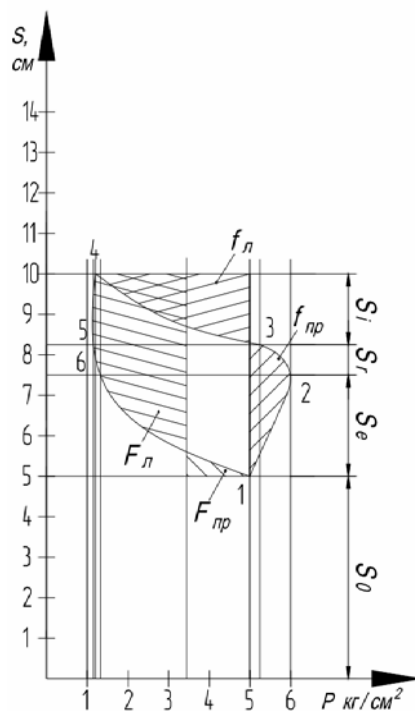


Рисунок 5.4 – Індикаторна діаграма струшувального механізму при висоті піднімання стола 50 мм

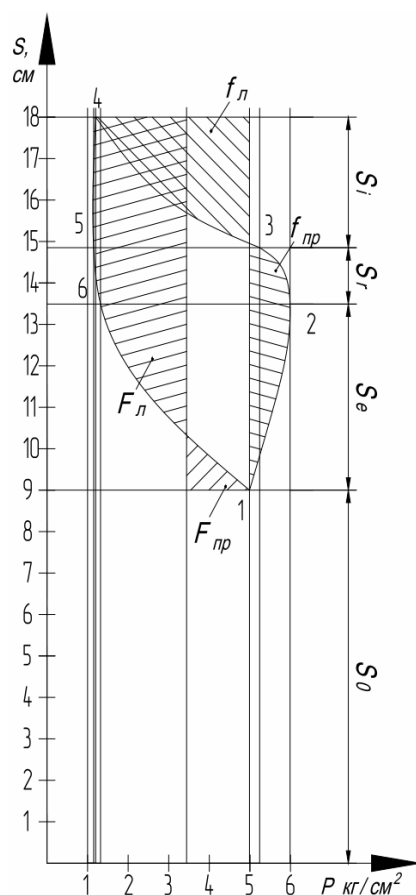


Рисунок 5.5 – Індикаторна діаграма струшувального механізму при висоті піднімання стола 90 мм

Таблиця 5.1 – Підсумок результатів розрахунків

№ п/п	S, см	S ₀ , см	S _с , см	S _г , см	P ₁ , кг/см ²	F, см ²	e, кг·см/см ²	e', кг·см/см ²	V _В , м ³	e _V , кДж/м ³	η	Примітка
1	5	5	2,5	0,75	4,99	480	7,84	2,57	0,0016	23,4	0,40	Оптимально
2	7	7	3,5	1,05	4,99	480	7,85	3,44	0,023	6,2	0,13	
3	9	9	4,5	1,35	4,99	480	10,26	3,36	0,029	16,9	0,3	

У відповідності до табличних даних визначаємо, що оптимальна висота піднімання поршня із столом становить $S = 5$ см.

5.4 Визначення площ перерізу впускного і випускного отворів

5.4.1 Визначення розмірів впускного отвору

Площу перетину впускного отвору визначаємо за формулою:

$$f_{\text{вп}} = \frac{V_{1-2}}{c_{\text{в}} \cdot t_{\text{вп}}}, \quad (5.26)$$

де $f_{\text{вп}}$ – площа перерізу впускного отвору, см²;

V_{1-2} – кількість повітря, яке проходить у циліндр через впускний отвір, м³;

$c_{\text{в}}$ – швидкість повітря, м/с. Відповідно рекомендаціям [5] швидкість повітря, яке проходить через отвір, складає $c_{\text{в}} = 15 \dots 25$ м/с. Приймаємо $c_{\text{в}} = 20$ м/с.

$t_{\text{вп}}$ – час впуску повітря, с. За рекомендаціями [5] $t_{\text{вп}} = 0,2 \dots 1,0$ с. Приймаємо $t_{\text{вп}} = 0,7$ с.

Кількість повітря, яке проходить у циліндр через впускний отвір, визначаємо за формулою:

$$V_{1-2} = V_{\text{к}} - V_{\text{п}}, \quad (5.27)$$

де V_{1-2} – кількість повітря, яке проходить у циліндр через впускний отвір, см³;

$V_{\text{к}}$ – кінцева кількість повітря у струшувальному циліндрі, см³;

$V_{\text{п}}$ – початкова кількість повітря у струшувальному циліндрі, см³.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кінцева кількість повітря у струшувальному циліндрі визначається за формулою:

$$V_k = F(S_0 + S_e) \cdot \frac{P_2}{P_0}, \quad (5.28)$$

де V_k – кінцева кількість повітря у струшувальному циліндрі, см^3 ;

F – площа поршня, см^2 ;

S_0 – висота шкідливого простору, см ;

S_e – шлях наповнення, см ;

P_2 – тиск повітря у т. 2, кг/см^2 ;

P_0 – тиск повітря в мережі, кг/см^2 .

Підставивши значення у формулу (5.28), отримаємо:

$$V_k = 480(5 + 2,5) \cdot \frac{5,99}{5} = 4313 \text{ см}^3$$

Початкова кількість повітря у струшувальному циліндрі визначається за формулою:

$$V_n = F \cdot S_0 \cdot \frac{P_1}{P_0}, \quad (5.29)$$

де V_n – початкова кількість повітря у струшувальному циліндрі, см^3 ;

F – площа поршня, см^2 ;

S_0 – висота шкідливого простору, см ;

P_1 – тиск повітря в т. 1, кг/см^2 ;

P_0 – тиск повітря в мережі, кг/см^2 .

Підставивши значення у формулу (5.29), отримаємо:

$$V_n = 480 \cdot 5 \cdot \frac{4,99}{5} = 2395 \text{ см}^3$$

Підставивши значення у формулу (5.27), отримаємо:

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{1-2} = 4313 - 2395 = 1918 \text{ см}^3$$

Підставивши значення у формулу (5.26), отримаємо:

$$f_{\text{вп}} = \frac{0,001918}{20 \cdot 0,7} = 0,000137 \text{ м}^2 = 1,37 \text{ см}^2$$

З урахуванням забруднення впускного отвору, його розрахункова площа збільшується на 10...20%.

$$f'_{\text{вп}} = (1,1 \dots 1,2) f_{\text{вп}}, \quad (5.30)$$

де $f'_{\text{вп}}$ – переріз впускного отвору з урахуванням забруднення, см^2 ;

$f_{\text{вп}}$ – переріз впускного отвору, см^2 .

Підставивши значення у формулу (5.30), отримаємо:

$$f'_{\text{вп}} = 1,2 \cdot 1,37 = 1,64 \text{ см}^2$$

Діаметр впускного отвору визначаємо за наступною формулою:

$$d_{\text{вп}} = \sqrt{\frac{4 \cdot f'_{\text{вп}}}{\pi}}, \quad (5.31)$$

де $d_{\text{вп}}$ – діаметр впускного отвору, см ;

$f'_{\text{вп}}$ – переріз впускного отвору з урахуванням забруднення, см^2 .

Підставивши значення у формулу (5.31), отримаємо:

$$d_{\text{вп}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,64}{3,14}} = 1,2 \text{ см} = 15 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр 15 мм.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4.2 Визначення розмірів випускного отвору

Площу перетину випускного отвору визначаємо за формулою:

$$f_{\text{вип}} = 3 \cdot f_{\text{вп}}', \quad (5.32)$$

де $f_{\text{вип}}$ – площа перерізу випускного отвору, см^2 ;

$f_{\text{вп}}'$ – переріз впускного отвору з урахуванням забруднення, см^2 .

Підставивши значення у формулу (5.32), отримаємо:

$$f_{\text{вип}} = 3 \cdot 1,64 = 4,92 \text{ см}^2.$$

Діаметр випускного отвору визначаємо за наступною формулою:

$$d_{\text{вип}} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{\text{вип}}}{\pi}}, \quad (5.33)$$

де $d_{\text{вип}}$ – діаметр випускного отвору, см ;

$f_{\text{вип}}$ – переріз випускного отвору, см^2 .

Підставивши значення у формулу (5.33), отримаємо:

$$d_{\text{вип}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,92}{3,14}} = 2,83 \text{ см} = 28 \text{ мм}.$$

Приймаємо діаметр 30 мм.

Креслення спроектованої струшувальної машини з допресовуванням з урахуванням усіх розрахованих конструктивних параметрів представлено на аркуші 5.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

6.1 Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників

Кількість основних виробничих працівників кожної з професій визначається із трудомісткості виробничих операцій, які здійснюються на дільниці, або по аналогії із діючим виробництвом

Плановий час роботи одного працівника за рік розраховуємо шляхом складання балансу робочого часу. Цей розрахунок представлений у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Плановий баланс робочого часу за рік

Найменування витрат часу	Кількість днів
1	2
Кількість номенклатурних днів за рік	365
Неробочі дні, у тому числі:	114
- загальнодержавні та релігійні свята	10
- вихідні	104
Режимний час підприємства, у тому числі:	251
- плановий фонд роботи працівника	213
- витрати робочого часу працівників, у тому числі:	38
- хвороба	12
- чергові та додаткові відпустки	24
- невиходи з дозволу адміністрації	1
- скорочення робочого часу матерям, підліткам	1

На підставі балансу робочого часу визначаємо обліковий склад робітників, який в свою чергу розраховується за допомогою коефіцієнта облікового складу $K_{обл.}$:

$$K_{обл.} = \Phi_{реж.} / \Phi_{пл.}, \quad (6.1)$$

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000		
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата	ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ		
Розроб.		Згоранець О.В.					
Перевір.		Лютый Р.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркушів
						70	
					КП ім. Ігоря Сікорського ІФФ		

де $\Phi_{\text{реж.}}$ – режимний річний фонд роботи підприємства, днів;

$\Phi_{\text{пл.}}$ – плановий фонд роботи працівника за рік, днів.

Підставивши значення у формулу (6.1) розраховуємо:

$$K_{\text{обл}} = 251/213 = 1,18$$

Чисельність основних, допоміжних робітників та управлінського персоналу дільниці наведено у табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Загальна чисельність працівників

Найменування професії	Кваліфікація, розряд	Чисельність робітників, осіб	Коефіцієнт облікового складу	Обліковий склад
1	2	3	4	5
ОСНОВНІ РОБІТНИКИ				
Формувальник	4	4	1,18	5
Встановлювач стрижнів	3	2	1,18	3
Складальник	4	2	1,18	3
Заливальник	5	4	1,18	5
Вибивальник	3	2	1,18	3
Разом		16		19
ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ				
Крановик	4	2	1,18	3
Слюсар по ремонту тех. уст.	4	1	1,18	1
Електромонтер	4	1	1,18	1
Разом		4		5
УПРАВЛІНСЬКИЙ ПЕРСОНАЛ				
Начальник відділення	-	1	-	1
Майстер	-	1	-	1
Механік	-	1	-	1
Разом		3		3

6.1.2 Розрахунок фондів заробітної плати

Витрати на заробітну плату робітників складаються з основної та додаткової заробітної плати з відрахуванням на соціальні потреби. Сума цих нарахувань складає 22 % від загального річного фонду заробітної плати.

Загальний фонд заробітної плати робітників розраховується наступним чином: спочатку визначають основний і додатковий фонд заробітної плати.

Основний фонд заробітної плати за рік (у грн.) для відрядників за професіями і розрядами розраховується за формулою:

$$З = N \cdot \Phi \cdot C, \quad (6.2)$$

де N – число основних робітників даної професії та розряду, чол;

Φ – ефективний фонд часу роботи одного робітника за рік, год;

C – годинна тарифна ставка, грн.

Розмір премії приймаємо 25...35% від фонду основної заробітної плати. Розмір додаткового фонду визначається як сума всіх перерахованих виплат. Загальний фонд заробітної плати розраховується як сума основного та додаткового фондів. Результати розрахунків заробітної плати приведені у табл. 6.3. Заробітна плата управлінського персоналу вираховується без розподілу її на основну та допоміжну, табл. 6.4.

Таблиця 6.3 – Розрахунок фондів заробітної плати основних та допоміжних робітників

Професія, спеціальність	Тарифна ставка, грн	Облік складу, осіб	Плановий фонд роб., год	Основна заробітна плата, осіб	Розрахунок додаткової плати				Разом додаткова зарплата	Разом зарплата	
					надбавки						Разом додаткова зарплата
					Премія, 20%	Особливі умови, 12%	Відпустка, 12%	Інші, 10%			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

Продовження табл. 6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ОСНОВНІ РОБІТНИКИ										
Формувальник	40	5	1840	368000	73600	44160	44160	36800	198720	566720
Встановлювач стрижнів	30	3	1840	165600	33120	19872	19872	16560	89424	255024
Встановлювач холодильників	32	3	1840	176640	35328	21196,8	21196,8	17664	95385,6	272026
Складальник	28	3	1840	154560	30912	18547,2	18547,2	15456	83462,4	238022
Заливальник	30	5	1840	276000	55200	33120	33120	27600	149040	425040
Оператор лінії	32	3	1840	176640	35328	21196,8	21196,8	17664	95385,6	272026
Вибивальник	26	3	1840	143520	28704	17222,4	17222,4	14352	77500,8	221021
Разом		25		1460960					788918	2249878
ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ										
Крановик	30	5	1840	276000	55200	55200	33120	27600	171120	447120
Різноробочий	26	3	1840	143520	28704	28704	17222,4	14352	88982,4	232502
Слюсар по ремонту тех. уст.	28	3	1840	154560	30912	30912	18547,2	15456	95827,2	250387
Вантажник	26	3	1840	143520	28704	28704	17222,4	14352	88982,4	232502
Електромонтер	26	3	1840	143520	28704	28704	17222,4	14352	88982,4	232502
Разом		17		861120					533894	1395014

Таблиця 6.4 – Розрахунок фонду заробітної плати управлінського персоналу

Посада	Облік складу, осіб	Місячний посад. оклад, грн	Загальний річний фонд зар. плати, грн.
Начальник дільниці	1	20000	240000
Майстер	2	15000	360000
Механік	1	12000	144000
Разом	4		744000

Загальний фонд заробітної плати складає:

$$2249878 + 1395014 + 744000 = 4388892 \text{ грн.}$$

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

7.1 Розрахунок витрат формувальної та стрижневої сумішей на тонну придатного литва

Розрахуємо витрати формувальної суміші на 1 ливарну форму:

$$m_{\phi.см./1л.ф.} = (V_{\phi} - \sum V_{см} - \sum V_{в} - \sum V_{л.с.}) \cdot \rho_{см} \quad (7.1)$$

де V_{ϕ} – об'єм форми, $м^3$;

$\sum V_{см}$ – сумарний об'єм стрижнів у формі, $м^3$;

$\sum V_{в}$ – сумарний об'єм виливків у формі, $м^3$;

$\sum V_{л.с.}$ – об'єм ливникової системи, $м^3$;

$\rho_{см}$ – густина формувальної суміші.

Визначаємо об'єм форми:

$$V_{\phi} = L_{оп} \cdot B_{оп} \cdot (h_{вер.оп} + h_{ниж.оп.}) \quad (7.2)$$

де $L_{оп}, B_{оп}$ – довжина та ширина опоки, $м$;

$h_{вер.оп.}, h_{ниж.оп.}$ – висота верхньої та нижньої опоки, $м$.

$$V_{\phi} = 1,2 \cdot 0,8 \cdot (0,4 + 0,4) = 0,768 \text{ } м^3.$$

Визначаємо сумарний об'єм стрижнів:

$$\sum V_{см} = (V_{см1} + V_{см2}) \cdot n \quad (7.3)$$

де $V_{см1}, V_{см2}$ – об'єм стрижнів, $м^3$. $V_{ст1} + V_{ст2} = 0,0385 \text{ } м^3$.

n – кількість виливків у формі, шт.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000		
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата	ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ		
Розроб.		Згоранець О.В.					
Перевір.		Лютый Р.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.					КПІ ім. Ігоря Сікорського ІФФ		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						74	

$$\sum V_{cm} = 0,0385 * 1 = 0,0385 \text{ м}^3.$$

Визначаємо сумарний об'єм виливків у формі:

$$V_{\text{в}} = \frac{G_{\text{в}}}{\rho_{\text{Ме}}} * n \quad (7.4)$$

де $G_{\text{в}}$ – маса виливка, кг;

$\rho_{\text{Ме}}$ – щільність металу;

n – кількість виливків у формі, шт.

$$V_{\text{в}} = \frac{9,4}{7200} * 1 = 0,0019 \text{ м}^3.$$

Визначаємо об'єм ливникової системи:

$$\sum V_{\text{л.с.}} = \frac{G_{\text{л.с.}}}{\rho_{\text{Ме}}} * n, \quad (7.5)$$

де $G_{\text{л.с.}}$ – маса ливникової системи, кг;

$\rho_{\text{Ме}}$ – щільність металу;

n – кількість виливків у формі, шт.

$$\sum V_{\text{л.с.}} = \frac{2,5}{7200} * 1 = 0,00034 \text{ м}^3.$$

Витрати формувальної суміші на 1 ливарну форму складають:

$$m_{\text{ф.см./1л.ф.}} = (0,768 - 0,0385 - 0,0019 - 0,00034) \cdot 1700 = 1232 \text{ кг}.$$

Розрахуємо витрати стрижневої суміші на 1 ливарну форму:

$$m_{\text{см.см./1ф.}} = \sum V_{\text{см}} \cdot \rho_{\text{см}} \quad (7.6)$$

де $\sum V_{\text{см}}$ – сумарний об'єм стрижнів у формі, м^3 ;

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ρ_{cm} – щільність стрижневої суміші.

$$m_{cm./1\phi} = 0,0385 \cdot 1700 = 65,4 \text{ кг.}$$

Розрахуємо витрати формувальної суміші на 1 тонну придатного литва:

$$m_{\phi.cm./1m.l.} = \frac{m_{\phi.cm./1л.ф.} \cdot 1000}{G_{\phi} \cdot n} \quad (7.7)$$

де $m_{\phi.cm./1л.ф.}$ – маса формувальної суміші на 1 ливарну форму;

G_{ϕ} – маса виливка, кг;

n – кількість виливків в формі, шт.

$$m_{\phi.cm./1m.l.} = \frac{1232 \cdot 1000}{293,6 \cdot 2} = 4196,2 \text{ кг.}$$

Розрахуємо витрати стрижневої суміші на 1 тонну придатного литва:

$$m_{cm.cm./1m.l.} = \frac{m_{cm.cm./1л.ф.} \cdot 1000}{G_{\phi} \cdot n} \quad (7.8)$$

де $m_{cm.cm./1л.ф.}$ – маса стрижневої суміші на 1 ливарну форму;

G_{ϕ} – маса виливка, кг;

n – кількість виливків в формі, шт.

$$m_{cm.cm./1m.l.} = \frac{65,3 \cdot 1000}{293,6 \cdot 1} = 222,4 \text{ кг.}$$

7.2 Розрахунок виходу придатного литва

Технологічний вихід придатного литва:

$$ВП_{технол} = \frac{G_{\phi} \cdot 100\%}{G_{\phi} + G_{л.с.}} \quad (7.9)$$

де G_{ϕ} – маса виливка, кг;

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

$G_{л.с.}$ – маса ливникової системи, кг;

$$ВП_{технол} = \frac{244,69 \cdot 100\%}{244,69 + 39,1} = 86\%.$$

Металургійний вихід придатного литва:

$$ВП_{металург} = \frac{((100 - Y)(100 - B)(100 - Б))ВП_{технол}}{10^6} \quad (7.10)$$

де $Y = 2\%$ – угар чавуну при плавлі в індукційній печі;

$B = 1,5\%$ – безоборотні втрати;

$Б = 2\%$ – брак для чавунних виливків.

$$ВП_{металург} = \frac{((100 - 2)(100 - 1,5)(100 - 2))86}{10^6} = 81,3\%.$$

Знаючи металургійний вихід придатного литва ми можемо розрахувати масу металозавалки на 1 тону придатного литва:

$$M_{мз} = \frac{1000 \cdot 100\%}{ВП_{металург}} \quad (7.11)$$

де $ВП_{металург}$ – металургійний вихід придатного литва, %.

$$M_{мз} = \frac{1000 \cdot 100\%}{81,3} = 1230 \text{ кг/т}.$$

7.3 Визначення капітальних вкладень у проект ділянки формувальних операцій ливарного цеху

Величина необхідних капітальних вкладень (у грн.) визначається методом розрахунку окремих елементів вкладень, за формулою:

$$K = K_0 + K_{осн} + K_{инв} + K_{м}, \quad (7.12)$$

де K_0 – капіталовкладення у необхідне обладнання;

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{\text{осн}}$ – капіталовкладення в оснащення;

$K_{\text{інв}}$ – капіталовкладення в інвентар;

$K_{\text{м}}$ – капіталовкладення у запаси матеріалів, напівфабрикатів. Вкладення в обладнання (у грн.) розраховують за формулою:

$$K_o = K_t + K_{\text{пт}} + K_e + K_{\text{уп}}, \quad (7.13)$$

де K_t – капіталовкладення у необхідне технологічне устаткування;

$K_{\text{пт}}$ – капіталовкладення у піднімально-транспортне устаткування;

K_e – капіталовкладення в енергоустаткування;

$K_{\text{уп}}$ – капіталовкладення у засоби контролю та управління.

Витрати на придбання, доставку і встановлення одиниць необхідного устаткування розраховують за формулою:

$$K = Ц(a_t + a_b + a_m), \quad (7.14)$$

де $Ц$ – договірна ціна одиниці технологічного устаткування, грн.;

a_t – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати на придбання устаткування (0,05...0,1);

a_b – коефіцієнт, що враховує будівельні роботи (0,02...0,08);

a_m – коефіцієнт, що враховує витрати на монтажні роботи (0,05...0,1).

Розрахунок капітальних вкладень в устаткування формувальної ділянки наведений у табл. 7.1.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Таблиця 7.1 – Розрахунок капіталовкладень в устаткування

Найменування устаткування	Кількість, шт.	Вартість за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн	Витрати на монтаж, грн.	Всього, грн.
1	2	3	4	5	6
Формувальна лінія	1	3000000	3000000	240000	3240000
Струшувальна формувальна машина	4	500000	2000000	80000	2160000
Мостовий кран Q=5т	2	750000	1500000	120000	1620000
Стрічковий конвейер	1	400000	400000	32000	432000
Разом					6882000

Вартість обігового фонду оснастки та інструменту в загальному вигляді визначається з розрахунку 8 грн. на одиницю придатного литва (річна програма).

$$K_{\text{осн}} = 8 \cdot n_{\text{заг}}, \quad (7.15)$$

де $K_{\text{осн}}$ – вартість обігового фонду оснастки та інструментів;

$n_{\text{заг}}$ – загальна кількість виливок на рік, шт.

Підставивши значення в формулу (6.15) отримуємо:

$$K_{\text{осн}} = 8 \cdot 8 \cdot 105564 = 844512 \text{ грн.}$$

Вартість виробничого та господарчого інвентарю приймаємо в розмірі 2% від вартості устаткування:

$$K_{\text{інв}} = 844512 \cdot 0,02 = 16890 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення в запаси матеріалів розраховують за формулою:

$$K_{\text{м}} = \sum M_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (7.16)$$

де M_i – середня кількість запасів матеріалів i -го типу, т;

C_i – оптова ціна матеріалу i -го типу, грн.;

K_i – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати на придбання матеріалу i -го типу.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок капітальних вкладень в запаси матеріалів ливарного цеху наведений у таблиці 7.2.

Підставивши дані у формулу (7.12) визначаємо капіталовкладення у створення дільниці:

$$K = 688200 + 844512 + 16890 + 612500 = 2162102 \text{ грн.}$$

Таблиця 7.2 – Визначення капітальних вкладень у запаси матеріалів

Найменування матеріалу	Кількість на 1 т литва, т	Величина запасу, т	Планова ціна, грн./т	Вартість мінімального запасу, грн.
Сталевий брухт	0,7192	28,77	4260	122552
Зворот власного виробництва	0,8807	35,228	8000	281824
Чавун переробний	0,0871	3,484	4200	14633
Феросиліцій ФС45	0,0123	4,92	25625	126075
Феромарганець ФМн1,5	0,01125	0,45	125000	56250
Алюміній А88	0,00175	0,07	112500	7875
Пісок кварцовий	0,328	54,66	1780	3291
Всього				612500

7.4 Визначення планової собівартості одиниці продукції

7.4.1 Розроблення планової калькуляції собівартості продукції

Витрати на електроенергію визначаємо, виходячи із вартості 1 кВт·год електроенергії, що складає 1,48 грн/кВт·год:

$$C_e = 6\,000\,000 \cdot 1,48 = 8880000 \text{ грн.}$$

Витрати на стиснене повітря визначаємо з розрахунку 30 грн. за 1000 м³:

$$C_{\text{пов}} = 30 \cdot 5000 = 150000 \text{ грн.}$$

Вартість води визначаємо з розрахунку 5,48 грн. за 1 м³:

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_b = 5,48 \cdot 11000 = 60280 \text{ грн.}$$

Для розрахунку планової собівартості продукції складаємо планову калькуляцію, яка представлена у таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 – Планова калькуляція собівартості 1 т рідкого металу та придатної продукції

Найменування статей витрат	% до металозавалки	Кількість на 1 т виливків, кг	Планова ціна за 1 т, грн	Вартість на 1 т, грн
1	2	3	4	5
1. Металева шихта:				
- сталевий брухт	42,3	719,2	4260	3063,8
- зворот власного виробництва	48,7	880,7	8000	7045,6
- чавун переробний	6,97	87,1	4200	365,8
- феросиліцій ФС45	0,99	12,3	25625	315,2
- феромарганець ФМн 1,5	0,9	11,25	125000	1403,6
- алюміній А88 для розкислення	0,14	1,75	112500	196,6
Разом	100	1712,3	-	12390,9
2. Угар	4	68,5	-	848,8
Загалом рідкого металу	96	1643,8	-	13239,7
3. Відходи власного виробництва		643,8	7000	-4506,6
Разом		1000		8733,1
4. Флюс універсальний		65	4250	276,3
5. Заробітна плата				
а) основна				1124,9
б) додаткова				697,5
6. Єдиний соціальний внесок				400,9
7. Енергоносії				910
8. Загально-виробничі витрати				241,5
9. Витрати від браку				105,8
Всього				12490

7.5 Розрахунок продуктивності праці на ділянці

Продуктивність праці розраховуємо як відношення обсягів виробництва придатного литва за рік до загальної чисельності персоналу ділянки:

$$\text{ПП} = Q/n, \quad (7.17)$$

де ПП – продуктивність праці, т/особу;

Q – кількість придатного литва за рік, т;

n – загальна чисельність персоналу ділянки, особа.

$$\text{ПП} = 2000 / 46 = 43,47 \text{ т/особу.}$$

7.6 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Для порівняння варіантів технічних рішень застосовуємо такі показники економічної ефективності [6]:

– трудомісткість продукції:

$$t = \text{Ч}_{\text{осн}} \cdot \Phi^{\text{пл}}_{\text{ор}} / Q, \quad (7.18)$$

де t – трудомісткість продукції, нормо · год /т;

Ч_{осн} – чисельність основних робітників, осіб;

Φ^{пл}_{ор} – плановий час роботи робітника за рік, год;

Q – плановий річний обсяг виробництва продукції, т.

Підставивши необхідні значення в формулу (6.24), отримаємо:

$$t = 25 \cdot 1840 / 2000 = 23 \text{ нормо} \cdot \text{год/т.}$$

– період окупності капітальних витрат:

$$\text{П}_{\text{ок}} = (K / \text{ГП}_p) < \text{П}_{\text{нок}}, \quad (7.19)$$

де П_{ок} – період окупності капітальних витрат, років;

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

К – капітальні витрати, грн. ;

ГП_р – річна сума грошового потоку, грн.,

П_{нок} – нормативний період окупності (3...5 років).

Річна сума грошового потоку визначається за формулою:

$$\text{ГП}_p = 0,82 \cdot (\text{Ц} - \text{C}_n) \cdot Q + \sum A, \quad (7.20)$$

де ГП_р – річна сума грошового потоку, грн. ;

0,82 – коефіцієнт частки чистого прибутку;

Ц – ринкова ціна продукції;

C_п – повна собівартість продукції;

Q – потужність ливарного заводу, т.

∑A – загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.;

Підставивши необхідні значення у формулу (7.6), отримаємо:

$$\text{ГП}_p = 0,82 \cdot (12900 - 12490) \cdot 2000 + 43242 = 715642 \text{ грн.}$$

Підставивши необхідні значення у формулу (6.5), отримаємо:

$$\text{P}_{\text{ок}} = 2162102 / 715642 = 3,02 \text{ роки.}$$

Перелік типових порівняльних техніко-економічних показників наведені у таблиці 7.4

Таблиця 7.4. – Типові порівняльні ТЕП

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення за варіантами	
		базовий	спроектований
1. Річний плановий обсяг виробництва продукції	т	1500	2000
2. Загальна площа ділянки	м ²	1080	1152
3. Виробнича площа	м ²	724	864
4. Загальна чисельність працюючих	осіб	19	46
5. Капіталомісткість продукції	грн./т	20371	17523
6. Собівартість продукції	грн./т	16253	14217

7.Період окупності	років	5,7	3,02
--------------------	-------	-----	------

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності [13].

Основним завданням охорони праці є розробка і впровадження організаційних і технічних заходів, які б забезпечували попередження травмування та захворювання персоналу при високій ефективності всіх служб формувального відділення та цеху в цілому.

Згідно індивідуального завдання вибираємо формувальне відділення, яке насичене устаткуванням, яке, як правило, є джерелом наступних шкідливих і небезпечних факторів: надмірна запиленість і загазованість робочої зони, підвищений рівень шуму, вібрацій, які впливають на нервово-психологічний і фізичний стан людини, джерела електричної небезпеки і пожежної небезпеки, а також рухомі механізми, що можуть травмувати чи завдати механічних пошкоджень.

Основним устаткуванням відділення є струшувально-пресові машини, стрічковий конвеєр, бункери.

Метою цього розділу є аналіз небезпечних та шкідливих чинників в формувальному відділенні ливарного цеху, розробка заходів та засобів їх усунення на формувальній ділянці ливарного цеху ТДВ «Булат».

8.1 Організаційні питання охорони праці на підприємстві

Основні положення щодо охорони праці наведені в Законі України «Про охорону праці»

Згідно статті 13, Закону України «Про охорону праці» директор.

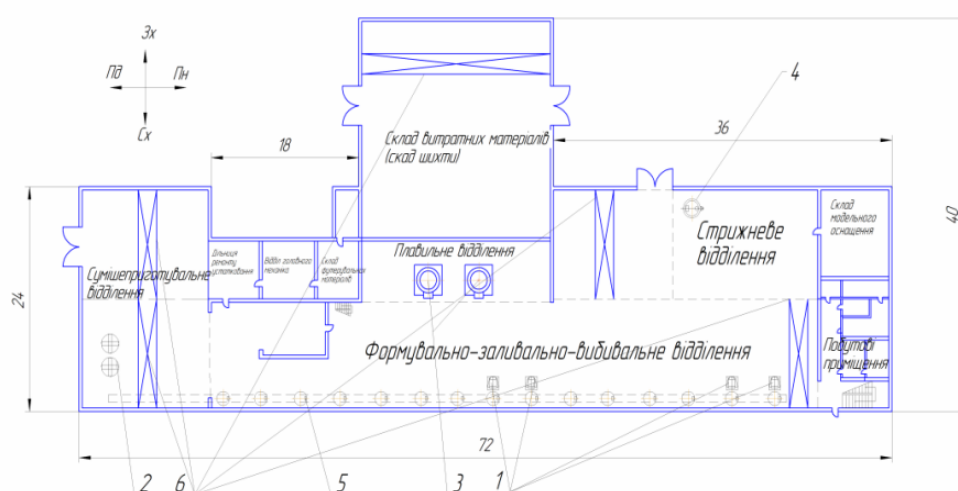
					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000				
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата					
Розроб.		Згоранець О.В.			ОХОРОНА ПРАЦІ		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Лютий Р.В.						85	1
Реценз.				КПП ім. Ігоря Сікорського ІФФ					
Н. Контр.		Федоров Г.Є.							
Затверд.									

підприємства зобов'язаний забезпечити на робочому місці та у кожному структурному відділенні умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечення нормативно-правових вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці [15]. За статтею 14, працівник несе безпосередню відповідальність за порушення вимог техніки безпеки. Основну відповідальність несе робітник [15]. За статтею 15, на підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку [15]. Відповідальний за техніку безпеки начальник цеху.

8.2 Аналіз параметрів приміщення

Ливарний цех містить наступні відділення та ділянки: – стрижневе відділення; – формувальню-заливально-вибивальне відділення; – плавильне відділення; – склад шихти.

Загальна схема зображена на рис.8.1. У будівлі цеху на формувальній дільниці розташовано струшувально-пресувальні машини, які призначенні для виготовлення півформ, та системи подачі та накопичення формувальної суміші.



- 1 – Машина ливарна формувальна пневматично струшуюча;
- 2 – бігуни сумішоприготувальні; 3 – печі тигельні індукційні;

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

4 – бігуни для стрижневої суміші;

5 – стрічковий конвеєр для подачі формувальної суміші до бункерів;

6 – мостові крани.

Рисунок 8.1 Схематичне зображення чавуноливарного цеху ТДВ «Булат»

8.3 Аналіз мікроклімату цеху

Мікрокліматичні умови – це параметри температури, відносної вологості, швидкості руху повітря в робочій зоні або в зоні обслуговування та на постійних робочих місцях, встановлені відповідними нормами. Оптимальними мікрокліматичними умовами вважаються такі умови, при яких має місце найвища працездатність та хороше самопочуття. Працівники, які працюють на дільниці мають постійні робочі місця. Так як робота потребує значного фізичного навантаження, пов'язана із постійним переміщенням, а також перенесенням значних вантажів, вага яких нерідко перевищує 10 кг, то можна вважати, що категорія робіт за ступенем важкості буде III. Енерговитрати організму людини при цій категорії робіт становлять 291 – 349 Ккал/год [12].

Оптимальні параметри мікроклімату в робочих приміщеннях в холодний період року для категорії робіт важка III, відповідно: температура складає 16...18 °С, відносна вологість 40...60%, швидкість руху повітря 0,3 м/с. В теплий період року – 18...20 °С, вологість – 40...60%, швидкість руху повітря 0,4 м/с. Для дотримання відповідного мікроклімату в цеху, в холодну пору року він обігрівається. Для дотримання швидкості руху і вологості повітря цех обладнується вентиляцією [16].

8.4 Аналіз освітленості приміщення

В даному відділенні цеху, який працює з 8:00 до 17:00 виконуються роботи по виготовленні півформ та їх складанню і переміщенню на заливальний плац. Тому тут має місце природне та штучне освітлення.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одним з найважливіших параметрів виробничих умов є освітлення.

Рациональне освітлення забезпечує достатні умови для здійснення працюючими своїх функціональних обов'язків.

Освітлення виробничих приміщень повинно відповідати наступним вимогам:

- враховувати характер зорової роботи;
- забезпечувати достатню рівномірність і постійність рівня освітленості, для усунення частоті переадаптації зорового аналізатора;
- обмежувати до мінімуму пульсацію світлового потоку;
- не створювати на робочому місці різких і глибоких тіней;
- не створювати сліпучої дії, як від тих яскравих предметів, які перебувають у полі зору користувача (пряма блискіткість), так і тих, які перебувають за його спиною й можуть відбиватися на екрані (відбита блискіткість);
- не зменшувати необхідний контраст тла й об'єктів, зображених на екрані ВДТ;
- не створювати небезпечних і шкідливих виробничих чинників (шум, теплові випромінювання й ін.);
- бути надійним і простим в експлуатації, економічним і естетичним;
- задовольняти вимогам пожежної та електробезпеки[17].

Для доступу природного світла в зовнішніх стінах виконуються світлові прогони із сталевих віконних плетінь, а для освітлення всієї площі формувального відділення використовується верхнє освітлення за допомогою ліхтарів.

Інтенсивність теплового випромінювання поверхонь, що працюють від нагрівання, і освітлювальних приладів має не перевищувати 35 Вт/м² при опроміненні 50 % і більше поверхні тіла людини, 70 Вт/м² при опроміненні тіла на 25...50 % і 100 Вт/м² при опроміненні не більше, ніж 25%. Інтенсивність теплового опромінення робітників, що працюють з відкритими джерелами випромінювання, має не перевищувати 140 Вт/м² при опроміненні

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до 25 % тіла і обов'язковому використанні ЗІЗ (засобів індивідуального захисту) [16].

Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Надмірна яскравість джерел світла може спричинити головний біль, різь в очах, розлад гостроти зору; світлові відблиски – тимчасове засліплення.

Оптимальні світлові умови впливають на активність людини та її працездатність, а саме вони сприяють зниженню енерговитрат організму, позитивно впливає на діяльність центральної нервової системи, що сприяє підвищенню працездатності, продуктивності праці і якості продукції.

8.5 Вібрація та шум

Для зменшення шуму встановлюють віброізований фундамент і амортизатори під обладнання, для попередження передачі вібрації на будівельні конструкції; відокремлюють менш шумні ділянки і конторські приміщення стінками і перегородками, які мають досить велику звукоізоляцію. Використовують засоби індивідуального захисту.

Джерелом шуму у формувальній ділянці є струшуючо-пресувальні машини в кількості 4 штук, пневмотрамбівки в кількості 12 штук, стрічковий конвеєр. У відповідності до ДСН 3.3.6.037 – 99, максимально припустимий рівень звуку у виробничих відділеннях складає 80 дБ.

Шум може тимчасово активізувати або постійно пригнічувати психічні процеси організму людини. Фізіо- та біологічні наслідки можуть проявлятися у формі порушення функцій слуху та інших аналізаторів, зокрема вестибулярного апарату, координуючої функції кори головного мозку, нервової системи, систем травлення і кровообігу[12]. Для зменшення шуму встановлено віброізований фундамент і дерев'яні настили під віброструшуючою машиною(згідно паспорту). Використовують засоби індивідуального захисту. Шум не лише погіршує самопочуття людини і

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знижує продуктивність праці на 10 – 15 %, проте нерідко призводить до професійних захворювань. У зв'язку із цим боротьба з шумом має не лише санітарно – гігієнічне, але і велике техніко-економічне значення. Робітники мають одягати навушники шумоізоляційні чи використовувати затички у вуха.

8.6 Аналіз загазованості та запиленості

Основними джерелами забруднення атмосфери (пилом, окисом вуглецю) і водойм механічними суспензіями в ливарних цехах є плавильні агрегати та устаткування сумішоприготувального відділення.

Основним небезпечним фактором є наявність в атмосфері дрібнодисперсних часток вуглецю.

У відповідності до ГОСТ 12.1.007–81, шкідливі речовини, що виділяються при роботі дільниці, можна віднести до двох (II, III) з чотирьох класів небезпеки в залежності від ГДК (гранично допустима концентрація), яка визначається за ГОСТ 12.1.005–88. На робочих місцях, через виділення значної кількості пилу, газу і тепла, встановлюється місцева вентиляція у вигляді установок повітряного дозування і витяжних зонтів (відбір газів). Видалення пилу виконують за допомогою матерчатих фільтрів. Робітники повинні використовувати заходи індивідуального захисту органів дихання. Задачею вентиляції є забезпечення чистим повітрям приміщення і утворення метеорологічних умов [13].

8.7 Аналіз теплового випромінювання

Джерел теплового випромінювання у формувальній дільниці немає, проте вони є в сусідніх дільницях.

Для захисту робітника йому видається безкоштовний спецодяг: брезентовий або х/б костюм, черевики шкіряні з гумовим носком, противошумові навушники або беруші, рукавиці брезентові, респіратор, каска захисна, окуляри захисні. Встановлено, що близько 60% усього тепла,

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що виділяється, поширюється в навколишньому середовищі шляхом інфрачервоного випромінювання. На робочих місцях при стабільних джерелах доцільно заміряти інтенсивність випромінювання на різних відстанях від джерела випромінювання з однаковими інтервалами і визначати тривалість опромінення робітників. Оскільки інфрачервоне випромінювання нагріває навколишні поверхні, створюючи вторинні джерела, які виділяють тепло, то необхідно вимірювати інтенсивність випромінювання не тільки на постійних робочих місцях або в робочій зоні, але і в нейтральних точках та інших місцях приміщення. Сумарна допустима інтенсивність випромінювання має не перевищувати 350 Вт/м^2 . В нашому випадку інтенсивність випромінювання на відстані 200 см складає 140 Вт/м^2 , і знаходиться в межах норми [16].

8.8 Аналіз джерел ураження електричним струмом

В формувальному відділенні електричними установками є: стрічковий конвеєр (380V), мостові крани (380V), бункери. Джерелами ураження електричним струмом є: провідники з пошкодженою ізоляцією, невиконання техніки безпеки при роботі з електричним устаткуванням, невідповідність засобів захисту електричного устаткування вимогам безпеки. За ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом відділення відноситься до приміщення з підвищеною небезпекою, оскільки наявні такі умови:

- висока відносна вологість повітря (перевищує 75 % протягом тривалого часу);
- струмопровідна підлога (металева, земляна, залізобетонна, цегляна та ін.).

Тому металоконструкції корпуси електрообладнання необхідно заземлити, а на струмопровідних підлогах використовувати антистатичне покриття: гумові килимки та дерев'яні піддони.

Електричні травми можуть спричиняти наступні фактори:

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- невідповідність електроустановок, засобів захисту і приладів вимогам безпеки;
- невиконання технічних заходів безпеки;
- організаційно-соціальні причини.

Чинники, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом, поділяються на три групи: електричного характеру, неелектричного характеру і чинники виробничого середовища.

Безпечність експлуатації при нормальному режимі роботи електроустановок забезпечується наступними захисними заходами: застосуванням ізоляції, недоступністю струмопровідних частин, застосуванням малих напруг, захисним заземленням і використанням електрозахисних засобів, вчасний огляд і ремонт обладнання.

8.9 Пожежна безпека

Ливарний цех відноситься до категорії Г за вибухопожежною небезпекою. В цеху наявні горючі газоподібні, рідкі, тверді речовини: мінеральні, мастила, пари водню, дерев'яна оснастка тара, кокс та ін.

Для забезпечення пожежної безпеки формувальне відділення та ливарний цех оснащені пожежним устаткуванням: ручним інструментом та інвентарем. Оскільки приміщення обладнане електроустаткуванням (індукційні тигельні печі, шафи керування, формувальне і інше устаткування), для гасіння можливої пожежі необхідно використовувати ручні вогнегасники: вуглекислотні (ОУ – 2 і ОУ – 8) і холодкові (ОАХ – 0,5)[12]. Для забезпечення безпечної евакуації людей при виникненні пожежі передбачено евакуаційні виходи (див рис 10.2). Видалення диму в випадку пожежі здійснюється через віконні і ліхтарні прорізи, а також через димові люки. Цех обладнаний пожежним інвентарем (пожежний щит, ящики з піском, азбестове полотно), пожежним ручним інструментом – ломи, сокири і ін. Передбачено пожежний гідрант і пожежний кран. Передбачений вільний доступ до мережних рубильників і вимикачів, для випадку КЗ передбачені

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

запобіжники й автоматичне відключення мережі, двері на шляху проходження людей відкриваються назовні, ширина дверей не менше 0,8 м, а висота проходу більше 1 м. Для виклику пожежної команди в цеху встановлено телефон.

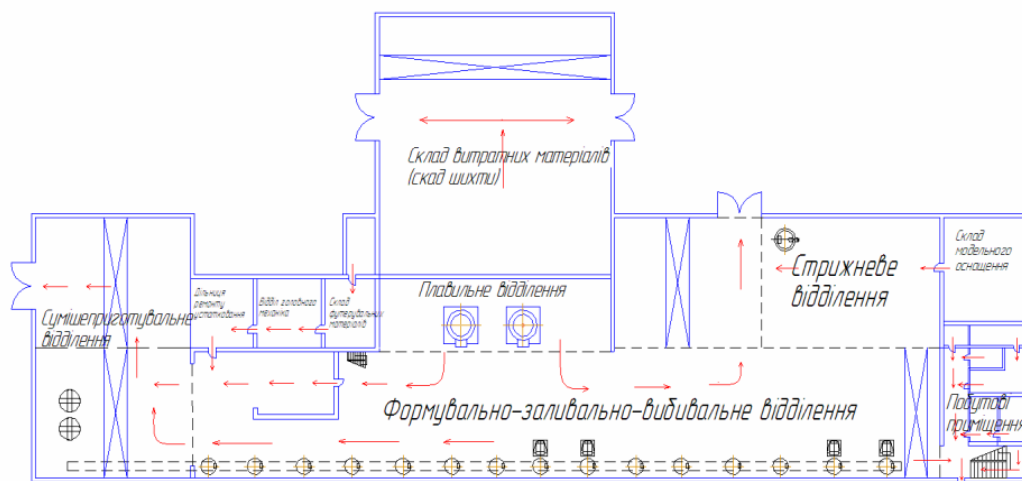


Рисунок 8.2 – План евакуації чавуноливарного цеху ТДВ «Булат»

Для запобігання пожежі та аварійних ситуацій необхідно дотримуватися правил техніки безпеки, пожежної безпеки, правил експлуатації обладнання.

Для забезпечення протипожежної безпеки передбачені наступні заходи:

- навколо цеху має бути розміщений зовнішній водопровід, який має гідранти, розташовані через 100 м;
- повинні бути передбачені проїзні дороги;
- біля можливих місць виникнення пожежі розміщується такий інвентар:

вогнегасники, як первинні засоби для боротьби з вогнем, а також: відра, ящики з піском, діжки з водою, лопати, пожежні ломы, багри, сокири, азбестове полотно;

- всі ємності з паливом та вибухонебезпечними речовинами ізолювані і розташовані на необхідній відстані від можливих джерел появи полум'я;

- на випадок виникнення пожежі передбачена сигналізація та прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною.

Запобігання появі пожеж забезпечується додержанням правил експлуатації машин і механізмів, обладнанням споруд, що виконують функції захисту від блискавок [13].

Пожежна безпека містить комплекс заходів щодо попередження виникнення пожежі і міри боротьби з виникаючими пожежами. Виявлено шкідливі і небезпечні виробничі фактори під час виконання робіт.

8.10 Безпеки праці при виконанні робіт у формувальному відділенні

Безпека виконання формувальних робіт у значній мірі залежить від розміщення у виробничих приміщеннях устаткування, комунікацій, вихідних матеріалів, напівфабрикатів, готової продукції й відходів. За рахунок раціонального розміщення та дотримання норм відстаней між устаткуванням та стінами, колонами проходи й проїзди забезпечують вільний підхід до устаткування. Виробниче устаткування розміщаємо так, щоб не було зустрічних і пересічних вантажопотоків. Установки для охолодження відпрацьованої формувальної суміші мають суцільне вентиляційне укриття з патрубками для підключення до вентиляційної системи, а приводи установки обладнані блокуваннями, що виключає їхнє вмикання при відкритих люках і вимкненій вентиляції. Барабанні сита для просівання формувальних сумішей та інших формувальних матеріалів обладнані суцільними захисними кожухами з отворами або прорізами тільки для завантажувальних вирв і люків для обслуговування. Плоскі вібраційні сита оснащені суцільним кожухом, у якому є люки для обслуговування, і патрубками для приєднання до вентиляційної системи. Привід сит обладнані блокувальними пристроями для запобігання відкриття люків і роботи при виключеній вентиляції. Конструкція чашкових змішувачів машин для готування формувальних і стрижневих сумішей передбачає:

- автоматизацію управління,
- вбудовування дозаторів компонентів суміші,

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- спеціальні пристрої для безпечного відбору проб суміші в процесі перемішування,
- пилозахисні ковпаки над робочим простором чашкових змішувачів з патрубками для приєднання до вентиляційної системи,
- оглядові й ремонтні люки із блокуванням,
- розвантажувальні люки із пристроями безпечного відкривання й закривання,
- різні засоби для забезпечення ремонтних робіт.

Роботи, зв'язані зі спуском людей у бункери й інші закриті й напівзакриті ємності із сипучими матеріалами, проводять в рамках технічного обслуговування устаткування за нарядами-допусками. Для підвищення безпеки праці формувальників механізовані всі процеси щодо виготовлення форм, складання і транспортування їх до місця заливання. Виготовлення форм здійснюють на машинах, тип яких визначається умовами виробництва. Машини для виготовлення ливарних форм і стрижнів повною мірою забезпечують безпечні умови праці. У конструкції формувальних машин передбачено блокування, що не допускає розпочати роботи на даній позиції доти, поки відповідні елементи механізмів не будуть перебувати у фіксованому положенні. Машини з поворотними й перекидними столами мають надійне й зручне кріплення модельних плит і стрижневих ящиків до столів. У машинах з перекидними столами передбачені пристрої, що запобігає повернення стола у вихідне положення при різкому падінні тиску в мережі стисненого повітря. Зазор між опущеними важелями повороту стола й підлогою не менший 150 мм. У формувальних машинах з поворотними столами й візком для прийому заформованих опок механізовано викочування візка із під машини; у машин з поворотною пресовою траверсою передбачена фіксація траверси в робочому положенні, а операція повороту механізована. Формувальні вібраційні столи для ущільнення стрижнів і форм мають дистанційне управління, конвеєр для транспортування опок і стрижневих ящиків, надійне кріплення й

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

огородження вібратора. Стіл не допускає зсув опок або стрижневих ящиків у горизонтальній площині при працюючому вібраторі. Поворотно-витяжні машини забезпечують сталість зусилля при притискуванні стрижневого ящика (опоки) у випадку раптового відключення електроенергії або падіння тиску в повітряній магістралі, а також не допускають мимовільний поворот вузлів під дією маси стрижневих ящиків (опоки). Робочі місця з виготовлення форм і стрижнів у ливарних цехах обладненні збиральними механізмами, які дозволяють приймати й видаляти просипання формувальної суміші. Для очищення й видалення з поверхні стрижневих ящиків, моделей, форм і стрижнів піску, пилу й т.п. застосовують пиловідсмоктуючі пристрої різної конструкції, що забезпечують мінімальний вміст пилу й газів у повітрі робочої зони. Сушіння й охолодження висушених форм і стрижнів проводять засобами, що виключають або знижують виділення в робочу зону теплоти, газів і пилу. Транспортування візків з опоками й стрижнями в камери сушильних печей механізовано.

При роботі з кран-балкою необхідно мати допуск від начальника цеху та пройти інструктаж з техніки безпеки. При переміщенні опок з формувального відділенні в заливальне необхідного:

- попереджати інших працівників про переміщення вантажу;
- передбачати та враховувати переміщення інших працівників;
- після закінчення робіт кран-балку відводити у встановлення місце;
- не піднімати високо вантаж що унеможливити його падіння на людей.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні дипломного проекту було розроблено технологічний процес виготовлення чавунного виливка «Корпус гранулятора». Для виготовлення виливка обрано спосіб лиття у піщано-глинясті форми по-сирому з використанням машинної формовки.

Розроблено креслення ливарної технології, модельного оснащення для її реалізації та форми у складеному вигляді.

Для виливка було розроблено технологію ливарної форми, яка передбачає максимальне наближення його за розмірами та конфігурацією до готової деталі.

Виготовлення стрижнів пропонується здійснювати у дерев'яному оснащенні із суміші на основі нового кремнійорганічного зв'язувального компонента.

При організації роботи формувального відділення ливарного цеху обрано високопродуктивне устаткування (струшувальні формувальні машини з опресовуванням) та його розміщення на окремих ділянках. Для підвищення продуктивності виготовлення форм і забезпечення встановленого обсягу виготовлення виливків передбачено системи транспортування суміші, стрижнів, складених і залитих форм, виливків після вибивання.

Розраховано основні робочі та конструктивні параметри формувальної машини та виконано її робоче креслення.

Проведений аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів та визначені заходи зі зниження негативного впливу виробництва на здоров'я робітників відділення.

					ФЛ51.5104.1110.0006.0000				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Згоранець				ВИСНОВКИ		Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Лютий Р.В..							96	
Н. Контр.	Федоров Г.Є.						НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», ІФФ		
Затв.									

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Проектування ливарних цехів / Федоров Г.Є., Ямшинський М.М., Могилатенко В.Г., Гурія І.М., Шинський І.О. – К: НТУУ „КПІ“, 2011.–Ч. 1.–588 с.
2. Макаревич О.П. та ін. Виробництво виливків із спеціальних сталей / О.П. Макаревич, Г.Є. Федоров, Є.О. Платонов. – К.: Видавництво НТУУ „КПІ“, 2005. – 712 с.
3. Сафронов В. Я. Справочник по литейному оборудованию. М.: Машиностроение, 1985. – 320 с.
4. Справочник молодого литейщика. – 3-е изд., перераб. и дополн. М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
5. Матвеев И. В., Тарский В. Л. Оборудование литейных цехов. – М.: Машиностроение, 1976. – 440 с.
6. Формовочные материалы и технология литейной формы: Справочник / Под общей ред. С.С. Жуковского. – Машиностроение, 1993. – 432с.
7. Холоднотвердеющие связующие и смеси для литейных стержней и форм : Справочник /Под общей ред. С.С. Жуковского. – Машиностроение, 2010. – 256с.
8. www.электродвигатель.net
9. Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов. - М.: Машиностроение, 1977. – 510 с.
10. Горский А.И. Расчет машин и механизмов автоматических линий литейного производства - М.: Машиностроение, 1978. – 215 с.
11. Сперанский Б. С., Туманский Б. Ф. Охрана окружающей среды в литейном производстве. – Киев: Высшая школа. 1985. – 80 с.
12. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник за ред. Жидецького. – Львів, Афіша, 2000. – 352 с.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000				
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата					
Розроб.		Згоранець О.В.			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Лютий Р.В.					97	1	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського ІФФ			
Н. Контр.		Федоров Г.Є.							
Затверд.									

13. Безпека життєдіяльності : підручник для студ. вищ. навч. закладів / Є.П. Желібо, В. В. Зацарний. Київ : Каравела, 2006. 288 с.

14. Зацарний В.В. Конспект лекцій з дисципліни «Основи охорони праці»./ К.: 2016 – 74 с.

15. <http://zakon.rada.gov.ua/go/2694-12>

16. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99

17. Глиняна, Н.М. Охорона праці у ливарному виробництві: курс лекцій для студентів вищих навчальних закладів напряму 0904 «Металургія» / Н.М.Глиняна. – Краматорськ : ДДМА, 2009. – 184 с.

					ДП ФЛ51.5104.1110.0006.0000	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		